MINISTÉRIO DA ECONOMIA
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA
DIRECÇÃO-GERAL DE MINAS E SERVIÇOS GEOLÓGICOS
SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL



MEMÓRIA N.º 14 — (NOVA SÉRIE)

CONTRIBUIÇÃO PARA A FAUNA DO KIMERIDGIANO DA MINA DE LIGNITO GUIMAROTA (LEIRIA, PORTUGAL)

I PARTE

I — HISTORY OF DISCOVERY, REPORT ON THE WORK PERFORMED, PROCEDURE, TECHNIQUE AND GENERALITIES

by

WALTER G. KÜHNE

II — LE CROCODILIEN MACHIMOSAURUS

par

BERNARD KREBS

LISBOA
1968

SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL
Rua da Academia das Ciências, 19, 2.º
LISBOA-2 — PORTUGAL

CDU 55 (469) (05)

SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL
MEMÓRIA N.º 14 — (NOVA SÉRIE)

Contribuição para a Fauna do Kimeridgiano da Mina de Lignito Guimarota (Leiria, Portugal)

I PARTE

MINISTÉRIO DA ECONOMIA
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA
DIRECÇÃO-GERAL DE MINAS E SERVIÇOS GEOLÓGICOS
SERVIÇOS GEOLÓGICOS DE PORTUGAL



MEMÓRIA N.º 14 — (NOVA SÉRIE)

CONTRIBUIÇÃO PARA A FAUNA DO KIMERIDGIANO DA MINA DE LIGNITO GUIMAROTA (LEIRIA, PORTUGAL)

I PARTE

I — HISTORY OF DISCOVERY, REPORT ON THE WORK PERFORMED, PROCEDURE, TECHNIQUE AND GENERALITIES

by

WALTER G. KÜHNE

II — LE CROCODILIEN MACHIMOSAURUS

par

BERNARD KREBS

LISBOA
1968

COMP. E IMP. DA
TIP. ALCOBACENSE, LIMITADA
ALCOBAÇA

CDU 56 (116.233 : 469.323.19)

HISTORY OF DISCOVERY, REPORT ON THE WORK PERFORMED, PROCEDURE, TECHNIQUE AND GENERALITIES [1,2]

by

WALTER G. KÜHNE

INTRODUCTION

When in 1959 it was my good privilege to meet Dom ANTÓNIO DE CASTELLO BRANCO, then Director of the Serviços Geológicos de Portugal, I could not have found a better sponsor of our future work, which was hardly contemplated at that time. I most gratefully acknowledge his services rendered to our project. To the present Director, Senhor FERNANDO MOITINHO DE ALMEIDA, again our thanks are due for accepting the papers of the Guimarota Fauna for the Memória of the Serviços Geológicos de Portugal. Seeing our papers through the press has been the task of Dr. G. ZBYSZEWSKI, to whom our hearty thanks are extended. To Dr. H. SEIFERT we owe our introduction to the Serviços Geológicos de Portugal. We acknowledge the help and assistance which was given to us by the capataz of the Mina Guimarota, LUIZ FERNANDES (+) from 1959 to 1962 and to the many people of Leiria who directly or indirectly contributed to our palaeontological success and made our work possible. We acknowledge with pleasure the assistance of MANUEL CORDEIRO DOS SANTOS, then 13 years old to whose account go more than 10 mammalian specimens out of a total of 74.

The Deutsche Forschungsgemeinschaft has financed the project «Mesozoische Mammalia» from 1959 until today, and the writer gratefully acknowledges the help and the confidence which was given to him by this body. All told we received the amount of DM 60000, — for various purposes connected with the Guimarota project.

The discoverer of the first mammalian specimen on October 5th 1959 was Dipl.-Geol. WOLFGANG FREY who accompanied me on the first trip to Portugal, and who was an inspiring and indefatigable companion.

At a most difficult period Dr. S. HENKEL joined our team at Leiria and single-handed made a magnificent job of the summerseason of 1961. During the summer-season of 1962 he invented the process which I am aptly calling «Henkel-process» and which since then has been instrumental in locating four localities of mesozoic mammalia in Portugal and Spain.

The students G. KRUSAT and F. HELMDACH assisted my wife and myself at the Guimarota during the spring of 1960 and helped to keep up our spirits when good finds were at a minimum; later F. HELMDACH was given the task of mapping the mine and he undertook this risky job with success. Dr. HENKEL and his wife, H. GOCHT, Dr. G. HAHN and his wife, F. NUTSCH and his wife, D. ANDRES, A. LIEBAU and F. SELIGMANN took part in the work and contributed to its sucess. With great plea-

(1) Essential papers on the fauna of the Guimarota are KREBS, B. 1967 and KÜHNE, W. G. 1961.

(2) Manuscript received May 1968.

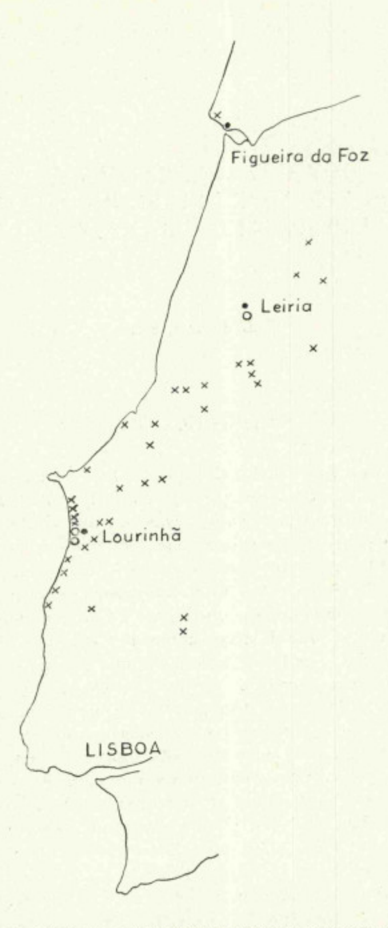


Fig. 1 — Portuguese localities of Dinosaurs after LAPPARENT and ZBYSZEWSKI [1957] with three localities of mesozoic mammals: Guimarota, Porto Pinheiro and Porto de Barcas indicated. The density of Dinosaur-finds along the coast from Cambelas in the south to S. Martinho de Porto in the north — that is along a lineary exposure — is due to a number of favourable factors. The observability of large fossil bones is facilitated by the lack of vegetation along the steep coastal exposure. The relative resistance of the fossil bone to wave-action guarantees that bones fallen from the cliff may be observable one or two seasons on the beach. The lack of vegetation is — in my opinion — due to the grazing of goats between the intertidal zone and the fenced—off fields on the costal plain, ±20 m above sea-level. In conclusion: the whole of the Lusitanian is rife with fossil bones but they can be observed and collected only under optimal conditions; the same applies to the mammalia.

sure I wish to acknowledge the work of my wife URSULA KÜHNE who was of utmost value as liaison-officer, cook and accountant.

In Berlin more or less all members of my staff were engaged in work concerning the Guimarota; mention should be made of Mrs. G. RILAT who is responsible for the photographic work and has, up to now, drawn the Docodontids. We gratefully acknowledge the excellent craftsmanship of our artist P. BERNDT.

HISTORY OF DISCOVERY

In the introduction to his monograph on *Oligokyphus* [KÜHNE, 1956] the author stated that mesozoic mammalia may either be found in karst or in sapropelic fresh--water deposits. Before and after the second world-war he exploited with success Jurassic and Triassic karst in S.W.-England and South-Wales. Endeavours to locate such phenomena on the mainland of Europe however were singularly unsuccessful.

Especial effort was made in the Spanish Pyrenees from Berga to Tremp, and the Upper-Cretaceous coal of this region was repeatedly visited from 1953 onward; near Berga and near Tremp it became possible to place students for their Diploma-mapping. Nevertheless the Spanish Upper-Cretacious has up to now not yielded any remains of mammalia (contrary to the statement in CRUSAFONT, VILLALTA and TRUYOLS [1956] on which THENIUS [1959] and HOTTINGER [1960] based their statements).

AFTER 1961, when the washing method of S. HENKEL [HENKEL, S. 1966] was at our disposal, we tested the Garumnien of the Conca of Tremp at more than five stations but again the results were negative. In 1959 however, we had hardly any experience with mesozoic coal, let alone vertebrates from such sediments. But at that time the evidence of fig. 1 in LAPPARENT, A. and ZBYSZEWSKI, G. 1957, «Les Dinosauriens du Portugal» fell into a well-prepared mind: the presence of Dinosaurs and mammals was known to the autor from the Morrison formation, Tendaguru, Swanage, Stonesfield, and the British Weald Basin.

In March 1958 the Deutsche Forschungsgemeinschaft gave the amount of 1.500, — DM for a prospecting trip to Portugal. Together with W. FREY the work was performed in September and October 1959. To recall the events of this trip, the disappointments and the vain efforts is not necessary, suffice here to mention the first visit to the Guimarota. A lot of 10 tons of coaly marl was tipped at the pit-head, and my hopes rose when I observed the soft rock sprinkled with white molluscs — proof that this sediment was deposited in a calcarious milieu. We thanked the gentlemen from the Serviços Geológicos e Fomento Mineiro at Leiria and set to work: the evidence of crocodiles, turtle and *Lepidotes* put us at rest and the final success came unexpectedly: a multituberculate skull found by W. FREY.

For the spring of 1960 the DFG granted 4.800, — DM. Work was performed by the students G. KRUSAT and F. HELMDACH who afterwards began the surface mapping of the Leiria region, and by my wife and myself. 260 shifts were worked but a standard procedure was not yet developed. The few mammalian remains were only just sufficient to encourage us for a further application to the DFG: for the summer of 1960 DM 5.800, — were available. The third working period lasted from September to October 1960, the students KRUSAT, LIEBAU and SELIGMANN, three Portuguese women and my wife and myself were working. We got 9 mammalian dentitions. It emerged that Portuguese women labourers were capable of performing successfully the task of fossil gathering and it became feasible to organize the work with their help. A boy was employed to select from the mined rock lumps of suitable size, not smaller than 5 cm, — the women obviously preferring the largest. Such material was placed on a wheelbarrow, handy for the sitting women, to be worked on a firm and rather low table. The

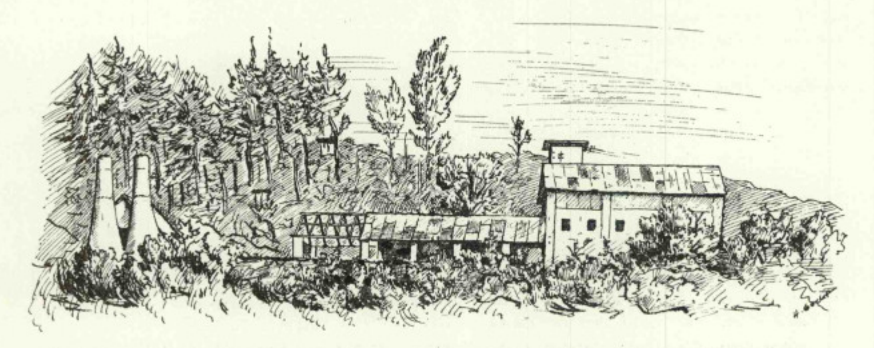


Fig. 2 — Mina Guimarota in March 1961. Seen from the river Liz. From left to right: two furnaces; long shed covering pithead; engine house and workshop. Behind the engine house the transformer. The Escritorio is outside the figured region to the right.

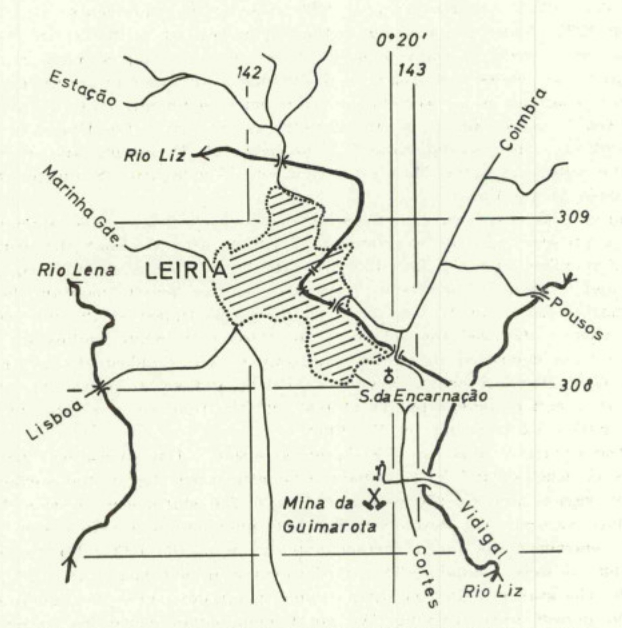


Fig. 3 — Topographic situation of the Mina Guimarota from the carta Militar de Portugal 1:25.000 sheet 297.

women were given a one hundred gramme hammer with a horizontal edge, augmenting splitting ± parallel to the bedding planes and kept well sharpened; a pointed knife, and sometimes a hand lens was used, the former to dislodge isolated teeth. Each woman was also given a tray, coloured chalk and a small plastic box with fitting lid to place into it fragments of bone and teeth, dislodged from the rock. Splitting the lumps of coal she would mark with her chalk any bone-specimens encountered and would place them — if possible part and counterpart — on her tray. As each worker had a different colour to mark her produce, it was possible to identify later each spe-

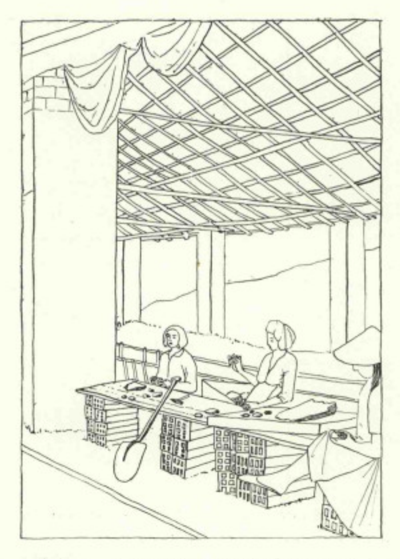


Fig. 4 — Women workers splitting coal.

cimen in respect to the worker who had put it on her tray. By this means we were in a position to judge the performance of each worker and to pay premiums. A mammalian specimen received a premium of approximately one week's wages. Two sets of trays were available, and while one was filled by the woman, the contents of the other, filled the previous day, was checked by us. It was essential to keep pace with this work and a boy assisted. The content of the tray was inspected and identified under the binocular microscope and the specimens — according to their importance — were prepared, preserved, collected or discarded. The fast polymerising plastic Palavit was a godsend for this work [KÜHNE, 1962]. Fixing a rock specimen with adhering bone into a cell was done with Palavit. Regularly the broken mammalian specimens were treated with Palavit, the fracture-surface being covered with it. Moulds in fragile coal with a few adhering cusps of teeth were filled with Palavit, the casts being perfect and the cusps firmly fixed to the plastic. In consequence, one mammalian specimen consists in general of more than one preparation. A small hacksaw was used to formatize rock specimens. The bone from the Guimarota is fractured, but only in a little way deformed by pressure. The bone of turtle carapaces is always intact, yet the few

large specimens have suffered plastic deformation, for instance the skull of *Machimosaurus*.

On average the daily production of one worker was 10 specimens with counteparts and 15 to 20 single specimens. In 1961 it was possible to work at the Guimarota from March to the end of September. The DFG supported the season with 14.550, — DM. In the middle of April Dr. S. HENKEL took over and to his efforts go the majority of mammalian dentitions which we have got so far. As the mine had meanwhile closed down, the difficulties he had to overcome were very considerable.

In a recent report [KÜHNE, 1968] mention is made of 74 complete of fragmentary mammalian jaws; any reader familiar with kindred material will know that in this number are included specimens of the utmost value — three partial skulls of Multi-



Fig. 5 — Work in the escritório.

tuberculates, one snout of a Docodontid — as well as specimens which can be identified as mammalian, but are otherwise practically valueless.

The costs for collecting up to this time rose to 25.865, — DM, as well as the amount of 8.000, — Escudos, given to us by the Director of the Serviços Geológicos in 1961. If we divide this sum by 74 — the number of mammalian specimens — the costs for one specimen amounts to 350, — DM, the welter of reptilian, amphibian and fish remains not taken into account.

The reason we did not continue in 1962 the sucessful work of splitting coal and did not gather more specimens in the conventional — though well-organized — way, was twofold. On the one hand we could not at that time assess how much of the evidence we still lacked and how much of this evidence further collecting would provide. On the other hand we were singularly successful with the gathering of isolated teeth.

As we were obviously unable to estimate the content of mammalian remains in the coal, it was assumed that our yield was very low. To heighten it, a totally different method of collecting had to be employed. A large heap of fines, — rejects of former exploitation —, was available during the years of work at the Guimarota and offered itself for treatment. After information required and received from the Ore-dressing-Department at the Technische Universität, Berlin, a trial was made with sifting and jigging. In Berlin the small sample was treated with H_2O_2 and after handpicking, the first isolated mammalian teeth made their appearance. Backed by these results, we approached the DFG and received DM 11.700, — for the 1962-season which lasted from

August to October. The setting into motion of organized work was again in the hands of Dr. HENKEL. The process has up to now yielded 1300 isolated mammalian teeth.

The application of ore-dressing methods in Palaeontology is not at all new, and in order to obtain a certain size-group including mammalian remains from non-consolidated, clastic rock, washing has been carried out since PLIENINGER in 1847. The conditions in the Guimarota were rather favourable for such procedure, the sediment being practically devoid of quartz. The raw coal, dumped about a year previously was sieved in a dry condition. The fraction $> 0{,}5$ mm to < 3 mm was separated. Hand-jigging got rid of the coal particles. H_2O_2 was applied to reduce the marly component to sludge.

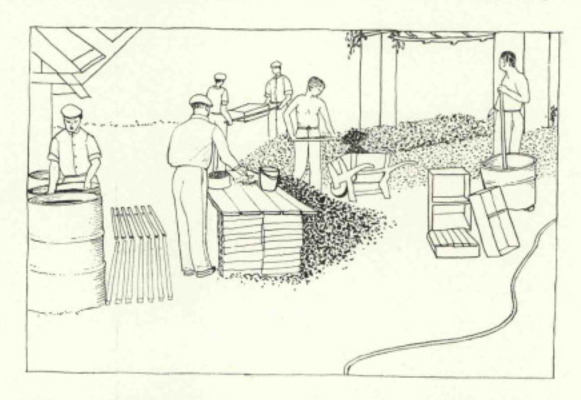


Fig. 6 — Concentrating the fines 1962 and later: Two men in the background working the 3 mm sieve. Two men in the foreground are jigging. The boy disposes with coal out of the jigging process. The man to the right is activating the jigging product to reduce the marl. The hose supplies water for the barrels and for washing the rock. The processes not shown are coarse sieving with a 10 mm standing sieve and the dry dedusting with a 0,5 mm sieve.

Further reduction on the spot was done with acetic acid and caustic potash, the latter recommended by our preparator R. LANOOY, who worked with us from 1964 to 1967.

So far reduced, the concentrate was washed on the 0,5 mm sieve, dried and transported to Berlin. Acetic acid was again applied to dissolve limestone and calcite. Finally lightened tetrabromeethane lifted quartz and gypsum, and pure tetrabromethane, applied at approximately 2° below freezing point separated iron- and zinc-sulphite. When handpicking under the binocular microscope began, the material which originally had passed the 3 mm sieve was reduced to $\frac{1}{1000}$.

With minor variations this work has been continued up to now, because, under the influence of the weather, the coal at the pit-head of the Guimarota slowly disintegrates, allowing the required particle size to be produced again and again. The following arguments prove the desirability of the indicated work and method.

1) Isolated teeth can be observed from all sides, which is not possible with those *in situ*.
2) No deciduous teeth were found in the mammalian dentitions but among the isolated teeth a number was found with the root absorbed by osteoclasts.

3) The quantitative relations of different isolated teeth can be determined and be compared with those gathered from dentitions.
4) Mammalian taxa not represented in the collection of dentitions have made their appearance among the isolated teeth, — though surprisingly few; the number at present being less than 5.
5) Teeth in many stages of wear are available among the isolated ones.
6) Isolated teeth became available for histological investigation.



Fig. 7 — To the left of the worker — not depicted — stands the bucket with selected and dry coal-fines. The jigging has been done in the water-filled barrel and the heavy component has sunk to the bottom of the sieve, the light coal lying on top of it. The 0,5 mm sieve has just been turned over into the table and the heavy and grey mineral component is now on top of the light and black coal. It is put into a bucket with a spoon. Jigging is a gravity separation, perfomed by subjecting small amounts of rock particles of ± similar size to repeated up and down movement — pulsation — in a sieve under water. The acting principle is not yet fully understood.

7) The production of isolated elements led to the evidence for more than 7 reptilian taxa in addition to those represented by dentitions, gathered by splitting the coal.
8) As these taxa are based entirely on shed teeth, they lived at the spot but did not become victim to any predator. In respect to their mode of life this is essential.
9) Especially among the multituberculates a number of posterior cheek teeth were never found *in situ*. Among the isolated teeth those missing *in situ* were found. The same applies to incisors of Pantotheria.

10) The virtual absence of rolled specimens and the presence of deciduous teeth indicates the unity of living room, dying room and embedding room at the Guimarota.
11) Magnetic cosmic spheres, as well as pyrites and idiomorphic Wurzite were by-products of the concentrating process.
12) The great number of some specimens of isolated teeth gives us the possibility of distributing them after description.
13) The isolated mammalian cheek teeth have their roots invariably broken, fracture surfaces being sharp and fresh. This evidence indicates the isolated cheek teeth coming from dentitions which have been destroyed since the coal was mined.

It cannot be emphasized too much that working at the Guimarota with two different methods was instrumental for a number of achievements wholly unexpected. The greatest increase in knowledge gain taxa, hitherto known from large adult specimens only. The dentition of many newly hatched and fossil reptiles has become known by means of the Guimarota material (1).

Repeatedly we observed that the material gathered till **1961** by hand and the material gathered by the concentrating process only partly overlap and that the isolated teeth one can pick up on the coastal exposures of the Lusitanien again overlap partly with the Guimarota specimens gathered by hand. Still unsolved however is the problem of heterodonty in thecodont reptiles. A **6** cm jaw a of crocodile with four medium sized teeth is the only specimen where more than one tooth is *in situ*.

In the wake of well-organized and successful work in the summer of **1961** we could afford to delegate one of our team to a different object. D. ANDRES was sent to Porto de Barcas, south of Lourinhã, to apply the Hibbard-method [HIBBARD, C. 1949] to marly sediments of the Upper Lusitanien of the coastal exposures. Though he was unable to recognize them on the spot, the actually got, among a lot of small and medium-sized specimens, two mammalian teeth. Mention of this discovery has been made in our preliminary report [KÜHNE, **1961**]. The following summer, when the concentrating process at the Guimarota was on the way, S. HENKEL was given the task of designing a method less laborious than the one by HIBBARD and better suite for smallest vertebrate remains. His newly designed apparatus was successfully tested at the end of this season at Porto Pinheiro. The description of his method is published [HENKEL, S. **1966**]. Since then the Henkel-method has been applied by us and the new localities of mesozoic mammalia, Porto Pinheiro, Barcas, Galve II and Uña owe their existence to it. During the discovery of a new locality of mesozoic mammalia the application of the Henkel-method does away with the one component most heavily burdened by favourable circumstances, by luck and accident. It is the discovery of the first specimen. Testing a stratum by means of the Henkel-method is relatively cheap, provided the locality and a water body are not too distant.

The coal-mine Guimarota owes its existence to the extreme shortage of solid fuel in Portugal. It is likely that the mine was in operation in the thirties of this century. During the last war it was in full production. A produce was burned lime — or better — marl, used as a fertilizer. Together with the coaly seams, marl was

(1) The choice of wire screen with square 0,5 mm holes was chosen to collect even smaller postcanines of Dryolestids. This contrasts with the brass-sheet with 1 mm holes which the author used at Holwell in **1939** [KÜHNE, **1946**] as well as with the «window screen with 18 wires per inch» (diameter of wire not given!) and used by our American colleagues. The lack of rootless, that is deciduous teeth of Multituberculates and Marsupials from the Lance, as evidenced by CLEMENS **1963** and **1966** seems proof to me, that the wire screen used was too coarse.

mined too and both were burned in two furnaces. When the Berlin-team visited the mine in 1959 the staff was down to 6 men and in 1961 the small production was entirely for palaeontology. Hence at any time during our work the office, the roofed sheds and any other spot of the various buildings, could be used by us. This applies especially to the escritorio, our headquarter during five seasons.

Moreover it was our good fortune to have the capataz LUIZ FERNANDES and his family living on the spot, and he most willingly and co-operatively assisted us in our work [1]. In fact the slow waning and final closure of the mine was the prerequisite of our work there. In a flourishing mine it would have been very difficult indeed, to fit our team and crew, without a considerable investment.

I do not wish to dwell on the geology and stratigraphy, which will be dealt with in a future contribution by F. HELMDACH. The sediment exploited for vertebrates was a colloidal gas-coal, shrinking when drying. A number of specimens was found in marl. The environmental milieu is a swamp, practically shielded from clastic components brought in by rivers; lime, marl and coal constituting the sediments.

The flora is still unexplored. Trees up to 25 cm diameter were not uncommon. A few seeds have been collected but no leaves. The gyrogonites of Characeans have been found especially during the washing processes, but the lime impregnated thalli of these algae are absent in the Guimarota. Charcoal with well defined annual rings is frequent.

Of the two coal seams formerly exploited at the Guimarota the upper is called the «Rua-Seam». The lower seam was mined in 1961 specially for us and yielded two thirds of our mammalian dentitions.

FAUNAL LIST

Mammalia

Docodonta 3 genera
Paurodontidae and Dryolestidae 6 genera
Multituberculata 3 genera

Reptilia

Chelonia 3 genera
Squamata 4 genera
Crocodilia

Machimosaurus hugii H. v. MEYER
2 other genera

Saurischia

?Bothriospondylus sp.
3 other genera

Ornithischia

Echinodon sp.
2 other genera

Pterosauria

Pterodactylus sp.
Rhamphorhynchus sp.

---

(1) In 1963 our friend and helper LUIZ FERNANDES died.

Amphibia

Urodela
Anura

Pisces

Holostei

Lepidotes sp.
3 other genera

Selachii

Acrodus sp.
Asteracanthus sp.

Invertebrata

Echinoidea radials
Ostracoda

Theriosynoecum wyomingensis [BRANSON, 1935]
Cetacella inermis MARTIN, 1958
Darwinula sp.
Bisulcocypris sp.
6 other genera

Cirripedia 1 genus
Gastropoda 8 genera
Lamellibranchiata 5 genera
Foraminifera 3 genera

Plantae

Porochara westerbeckensis MÄDLER 1952
Porochara raskyae MÄDLER 1952

The large forms in this fauna are:

Machimosaurus, 9 m long, marine,
Asteracanthus, 2 m long.
Lepidotes of ± 100 cm length,

The Dinosaur teeth are small or minute; some may tie on to larger specimens, which we collected at Porto de Barcas. It seems the terrestrial biotope was suitable only for small animals.

In passing it may be added that up to now we have comparable faunae available from the Upper Bajocian to the «Wealden». The significance of each of these faunae is enhanced by the possibility of putting them into a stratigraphical sequence and to compare them according to facies.

The stratigraphic position of the Guimarota is probably the lower part of the Kimmeridge. This is borne out by the Characean oogonia, *Porochara westerbeckensis* MÄDLER 1952 and *Porochara raskyae* MÄDLER 1952, a determination we owe to Dr. K. MÄDLER.

The *?Cetacella inermis* MARTIN 1958 indicates Kimmeridge, the other ostracodes — fide F. HELMDACH — indicate the same. *Asteracanthus* and *Machimosaurus* are in

accord with this age-determination. The mammalia consistently show an evolutionary level below the one represented by the Morrison-Purbeck-fauna. None of the other faunal components disagrees with the indicated age-determination.

Thanks to oil in the Wealden sediments on both seaboards of the Atlantic, the age determination of the Guimarota became feasible. Though we gained the impression that to find a new locality of mesozoic mammalia is easier than to arrive at a satisfactory age determination of it. The stratigraphy of the freshwater mesozoic is only at its beginnings.

A word on the work in progress:

The description of ***Machimosaurus*** by B. KREBS is No. II of the contributions.

The description of the Pantotheria by B. KREBS is half finished;

The description of the Docodontia by W. G. KÜHNE has been started.

F. HELMDACH's thesis on the geology and stratigraphy of the Guimarota and the palaeontology of the Ostracoda is finished.

The thesis by J. SEIFFERT on the non-mammalian vertebrats is in preparation.

A paper by D. F. G. POOLE, Bristol, on the enamel structure of Guimarota Pantotheria is in preparation.

It can be expected that a number of publications will be written by the Berlin team utilizing the Reptilian material. An account on small crocodilian teeth from the Bajocian to the Middle Cretaceous would be feasible.

Our greatest handicap at present is the virtual absence of well-figured reptilian dentitions from the Jurassic and Cretaceous as well as ontogenetic series of reptilian teeth. We are provided with a welter of material, which even stratigraphically may be important tomorrow; the little we can say today about our taxa is the result of an undue amount of work.

Even on a project as small as the one centred on the Guimarota, literature emerges, and it is hardly possible to keep track of secondary and tertiary papers or news. I have tried to collect such notes and give them hereunder:

1) Report by W. G. KÜHNE
Soc. Vertebr. Pal., News Bull., No. 58 (1860) p. 30.

2) Not seen
La Nature, No. 3305 (1960) p. 397.

3) Not seen
Naturalia, No. 88 (1961) p. 46.

4) Unterkimmeridge-Mammalia aus Portugal
W. G. KÜHNE, Paläont. Z. 35 (1961) pp. 4/5, Stuttgart.

5) Eine Mammaliafauna aus dem Kimmeridge Portugals
by W. G. KÜHNE, N. Jb. Geol. Paläont., Mh. (1961) pp. 374-381, Stuttgart.

6) A Mammalian Fauna from the Kimmeridgian of Portugal
by W. G. KÜHNE, Nature, Vol. 192, No. 4799 pp. 274/275 (1961) London.

7) Leiria, centro de atenções mundiais
by GALAMBA DE OLIVEIRA, A Voz do Domingo, No. 11487 (1961) Leiria p. 1.

8) Report by W. G. KÜHNE
Soc. Vertebr. Pal., News Bull., No. 64 (1962) p. 32.

9) Report by W. G. KÜHNE
Soc. Vertebr. Pal., News Bull., No. 75 (1965) p. 42.

10) Oberjura-Mammalia aus Portugal
by W. G. KÜHNE, Paläont. Z. 37 (1963) p. 15, Stuttgart.

11) Ursprung und Entwicklung der Säugetiere
by W. G. KÜHNE, Umschau in Wiss. u. Techn., Frankfurt/M., H. 9 (1967) p. 288.

12) Methoden und Ergebnisse der Guimarotagrabungen
(Kimmeridge, Mittelportugal 1959-1963) by S. HENKEL and W. G. KÜHNE. Z. deutsch. geol. Ges.. Bd. 116, 3. Teil (1966) Hannover p. 972.

13) Die ältesten Multituberculaten
by G. HAHN, Paläont. Z., 37, 1/2 (1963) p. 11, Stuttgart.

POSTSCRIPT

The author had often an opportunity to notice severe damage to mesozoic mammalia, inflicted after description and in the national museums where they are stored. To minimize the risk of future damage and to safeguard their condition for scientists in the decades to come, great care has been taken by us. It was our endeavour to make all specimens foolproof. But even the use of Palavit does not alter the texture of fossil bone. A number of rules was developed in our department, which, strictly adhered to, prevented great damage before publication and may serve well in the future:

1) Specimens are never to be handled with two, always only with one hand.
2) Small specimens were left in sand in their receptacles and were turned only with a moistened brush.
3) Figured specimens have the figure sometimes, but not always, stuck to their receptacles, but in order to safeguard the right receptacle for each specimen, too small to carry a register mark, one simply has to apply care and ought to defer from putting more than two specimens at a time on a sand-bed. Again, every transfer of specimens from their receptacles has to be done with a good, fine and moistened brush.
4) It ought to be practice to notice any damage to any specimen on its index card with indication when and by whom the damage was done.
5) It is essential to put any one working with mesozoic mammalia into an optimal position regarding seating and lighting.
6) The table on which work is to be performed, ought to be as empty as possible.

LITERATURE CITED

CRUSAFONT, M., TRUYOLS, J. & VILLALTA, J. F. DE (1956) — Eocene de Tremp... — *Act. congr. internat. Pyren.* 2, pp. 39-52, Toulouse (fide THENIUS, 1959, p. 99).

HENKEL, S. (1966) — Methoden zur Prospektion und Gewinnung kleiner Wirbeltierfossilien — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 3, pp. 178-184, 2 fig., Stuttgart.

HIBBARD, C. W. (1949) — Techniques of collecting microvertebrate fossils — *Contr. Mus. Paleont. Univ. Mich.*, 8, pp. 7-19, Ann. Arbor.

HOTTINGER, L. (1960) — Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène — *Mém. Suisses Paléont.*, Val. 75/76, pp. 1-243 (p. 183), Bâle.

KREBS, B. (1967) — Der Jura-Krokodilier Machimosaurus H. v. Meyer — *Paläont. Z.*, 41, 1/2, pp. 46--59, Stuttgart.

KÜHNE, WALTER G. (1956) — The Liassic Therapsid Oligokyphus — *British Mus. Nat. Hist.*, pp. 1-149, 66 fig., 12 pl., London.

—— (1961) — Une faune de mammifères lusitaniens — (Rapport provisoire) — *Com. Serv. Geol. Portugal*, XLV, pp. 211-221, 4 fig., Lisboa.

—— (1962) — Präparation von Wirbeltierfossilien aus kolloidalem Gestein. Ein Behälter für kleine Fossilien — *Paläont. Z.*, 36, 3/4, pp. 285/286, Stuttgart.

—— (1968) — Origin and history of the Mammalia: in Evolution and Environment: A symposium... — *Peabody Mus. Nat. Hist.*, Yale University.

LAPPARENT, A. F. DE & ZBYSZEWSKI, G. (1957) — Les Dinosauriens du Portugal — *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 2 (N. S.), pp. 64, 36 pl., Lisboa.

THENIUS, E. (1959) — Tertiär 2. Teil: Wirbeltierfaunen — *Handb. d. strat. Geol.*, III. Bd., 2. Teil, pp. 328, Stuttgart.

CDU 568.141 (116.233 : 469.321.19)

LE CROCODILIEN MACHIMOSAURUS

par

BERNARD KREBS

INTRODUCTION

En 1961 les restes d'un très grand reptile fossile furent découverts dans les lignites jurassiques de la mine Guimarota près de Leiria (Portugal), lors de fouilles entreprises par le Professeur W. G. KÜHNE de la Freie Universität de Berlin, en vue de trouver des mammifères mésozoiques. Le museau du reptile porte in situ des dents d'un aspect très caractéristique: trapues, de section circulaire, leur couronne est ornée de nombreuses côtes irrégulières, vermiculées, formant sur la pointe mousse un réseau granuleux. Ces dents permirent d'identifier le reptile comme appartenant à l'espèce *Machimosaurus hugii* H. von MEYER. De telles dents se trouvent assez fréquemment isolées dans le Jurassique supérieur de l'Europe. Cependant elles n'avaient encore jamais été découvertes associées avec certitude à des ossements de quelque importance. Ainsi l'animal porteur de ces dents, le *Machimosaurus,* est resté jusqu'aujourd'hui inconnu et sa position systématique incertaine.

Dans la présente étude nous nous proposons de décrire les restes de *Machimosaurus* de la Guimarota, de tenter une reconstitution, puis d'établir les relations de *Machimosaurus* et d'en discuter le mode de vie. Une révision du genre *Machimosaurus,* basée sur ce nouveau matériel, a été communiquée à l'assemblée annuelle de la Paläontologische Gesellschaft à Zurich en septembre 1965 et paraîtra dans la Paläontologische Zeitschrift, vol. 41, fasc. 1/2. Je tiens à remercier très vivement le Professeur W. G. KÜHNE de m'avoir confié ce travail.

HISTORIQUE

Le nom de *Machimosaurus hugii* [1] a été donné en 1837 par H. v. MEYER à des dents isolées provenant des «couches à tortues» de Soleure (Suisse). Considéré d'abord comme un saurien de position systématique inconnue, *Machimosaurus* a été placé par E. SELENKA [1867] parmi les Crocodiliens, en se basant sur des éléments squelettiques assignés sans raison valable à des dents de *Machimosaurus.* En 1874 H. E. SAUVAGE affirma que *Machimosaurus* et *Goniopholis* sont synonymes. En fait *Goniopholis,* un Crocodilien caractéristique du Wealdien, a des dents trapues et obtuses comme celles de *Machimosaurus,* mais qui s'en distinguent aisément par leurs côtes régulières et parallèles. H. E. SAUVAGE et F. LIÉNARD décrivirent en 1878 sous le nom de *Machimosaurus mosae* des ossements qu'il faut considérer comme un assemblage de pièces appartenant

---

[1] Du grec machimos = combattif et sauros = lézard. F. J. HUGI fut le fondateur du musée de Soleure.

à différents reptiles. En outre les dents présentent une couronne à côtes parallèles et une racine enflée et sont si différentes des dents de *Machimosaurus hugii* que l'on peut certifier que ces restes n'appartiennent pas au genre *Machimosaurus*. Cependant les auteurs avaient cru pouvoir démontrer à l'aide de ce matériel que *Machimosaurus* était un Téléosaurien. Ils ne furent suivis que par R. LYDEKKER dans le catalogue des reptiles fossiles du British Museum [1888]. Par contre K. A. ZITTEL s'en tint à la première opinion de H. E. SAUVAGE et considéra *Machimosaurus* et *Goniopholis* non comme synonymes mais comme très voisins. Il plaça *Machimosaurus* dans son Traité de Paléontologie [1887-1890] dans la famille des Goniopholidés. Cette manière de voir, répétée dans les différentes éditions du manuel de ZITTEL et ses traductions, sera reprise par tous les traités de paléontologie jusqu'à ce jour.

LE MACHIMOSAURUS DE LA GUIMAROTA

GÉNÉRALITÉS

Les lignites de la mine Guimarota datent très probablement du Kimméridgien, comme F. F. HELMDACH l'a montré dans sa thèse de diplôme [1966]. Les restes ont été découverts dans le niveau de galeries inférieur de la mine, dans la couche KM 11/ FA 11 de la coupe de F. F. HELMDACH.

Les ossements comprennent une partie du museau, des fragments du frontal, du postorbitaire gauche, du ptérygoïde gauche et de l'arrière-crâne, deux vertèbres thoraciques, deux sacrées, deux caudales, des côtes, le péroné gauche et des ossifications dermiques.

Ces restes ont été trouvés épars. Cependant, vu qu'ils proviennent tous du même niveau, que l'on n'a jamais rencontré une seconde fois au cours de plusieurs années de fouilles d'os de cette taille et que finalement parmi les pièces présentes il n'y a jamais deux éléments identiques, il faut admettre que tous les ossements appartiennent au même individu. Comme parmi eux il y en a qui font partie du crâne, du tronc et de la queue, on peut conclure que le squelette était conservé au complet. Certains éléments du crâne présentent des sutures couvertes d'une cuticule de charbon, ce qui montre que le squelette s'est désagrégé avant l'ensevelissement définitif dans les sédiments qui l'ont préservé. Autrement dit, le cadavre a eu le temps de se décomposer jusqu'au point où les muscles et liens étaient suffisamment dissous pour permettre aux éléments du squelette de se séparer sous l'action de la pesanteur ou des mouvements de l'eau, vagues ou courants.

Sans doute les divers os étaient répartis sur une surface relativement grande, si bien que les dimensions restreintes de la galerie de mine n'ont permis d'en rencontrer que quelques uns.

La préparation a été effectuée à Berlin par R. LANOOY. Tous les os étaient recouverts d'une croûte charbonneuse plus ou moins épaisse. Une préparation exclusivement mécanique n'était pas possible, car en enlevant la gangue, on emportait la partie superficielle de l'os. Les restes ont donc été soumis à une cuisson dans une solution de potasse diluée, neutralisée après refroidissement avec de l'acide acétique, puis lavés et séchés. Rendus friables par ce traitement les os ont été imprégnés avec du «Mowilith 30» de la maison Hoechst en solution à 60 %.

La couleur sombre des os et leur mauvais état de conservation nous ont fait renoncer à en présenter des photographies, sur lesquelles il eut été difficile de distinguer les parties originales des surfaces de cassure. Sur les dessins par contre toutes les zones endommagées ont été laissées en blanc. Ces figures sont dues au talent de P. BERNDT, Berlin.

Les ossements du *Machimosaurus* de la mine Guimarota sont déposés au Musée du Service Géologique du Portugal à Lisbonne, sous le numéro M. J. 501-155.

DESCRIPTION

Pour permettre au lecteur de mieux s'orienter nous allons anticiper et affirmer dès maintenant qu'il s'agit bien d'un Crocodilien.

Crâne

Mâchoire supérieure

Les cassures des deux fragments du museau ne se correspondent pas exactement, leur conformation générale ne laisse cependant pas de doutes que les deux pièces soient contiguës. Les bords latéraux des deux fragments mis bout à bout se continuent et montrent que le rostre ne s'élargit que très faiblement vers l'arrière. Sur 55 cm, la largeur du museau passe de 13,7 cm à l'avant à 19,6 cm à l'arrière.

Le fragment antérieur (fig. 1) est constitué par les deux maxillaires, sans qu'un autre élément cranial n'y participe. Ses bords latéraux sont pratiquement parallèles. Les maxillaires droit et gauche se touchent le long de la ligne médiane et sont fortement unis par une suture dentelée. Ils sont bombés dorsalement et forment une voûte, malheureusement enfoncée, épaisse de 1 cm à l'avant et de 1,5 cm à l'arrière, dont les flancs retombent de chaque côté du museau perpendiculairement sur le niveau du palais. Ces flancs sont légèrement ondulés, renflés au dessus des dents, concaves entre deux dents.

Aux deux extrémités du fragment la voûte des maxillaires est ébrèchée, permettant d'apercevoir le plancher du canal nasal et de constater ainsi la présence d'un palais secondaire. Ce plancher, lisse et plat, est visible dans presque toute sa largeur (6 cm) à l'avant, à moitié à l'arrière sur une longueur d'une quinzaine de cm. Il se relève vers les bords latéraux ainsi que vers la suture médiane entre les maxillaires. Il est possible qu'il y ait eu en cet endroit une cloison osseuse ou cartilagineuse entre les deux moitiés du conduit nasal.

Le palais secondaire (fig. 2), épais de 1,4 cm à l'avant, de 1,8 cm à l'arrière, est légèrement bombé entre le bord interne des alvéoles et la suture médiane. Les alvéoles —10 sont conservés au moins partiellement à droite, 8 à gauche — se trouvent au bord latéral des maxillaires. Ils sont pratiquement ronds, en partie déformés, très grands (diamètre de l'ordre de 2 cm) et assez serrés (intervalle entre deux alvéoles d'environ 1 cm). Le bord externe des alvéoles est proéminent.

La surface dorsale des maxillaires est rugueuse, ridée dans le sens de la longueur, avec de très nombreux trous nourriciers, dispersés sans ordre mais particulièrement abondants vers les bords latéraux. Ils sont de taille très variable (de quelques dixièmes de mm à plus d'un mm), oblongs et se continuent souvent vers l'arrière par une courte empreinte vasculaire. La surface du palais est ridée plus finement avec de grands trous nourriciers près des alvéoles.

Le fragment postérieur de la mâchoire (fig. 3) s'élargit nettement vers l'arrière et indique ainsi la transition du museau à la partie orbito-temporale du crâne. En vue dorsale, les maxillaires ne se rejoignent pas le long de la ligne médiane, mais sont séparés par les nasaux qui pénètrent en coin entre eux. Ceux-ci ont été enfoncés par la pression dans le conduit nasal, la faille coincidant en partie avec la suture entre nasaux et maxillaires. Il est cependant aisé de distinguer la surface de la suture d'une surface de cassure à son aspect dentelé ou granuleux. Les deux nasaux se touchent en une suture médiane. La pointe antérieure des nasaux n'est pas conservée, car à l'avant

du fragment la voûte dorsale du museau, épaisse ici de 2 cm, est endommagée et permet à nouveau d'apercevoir le palais secondaire formant le plancher du conduit nasal. Malgré l'élargissement du museau à l'arrière, le conduit nasal conserve la même largeur (6 cm) que dans le fragment antérieur. De part et d'autre du conduit nasal, au-delà d'une cloison osseuse dont seule la base est conservée, l'on reconnait, surtout du côté droit, le plancher d'un canal, large de 0,8 cm, qui contenait sans doute les vaisseaux sanguins alimentant les dents.

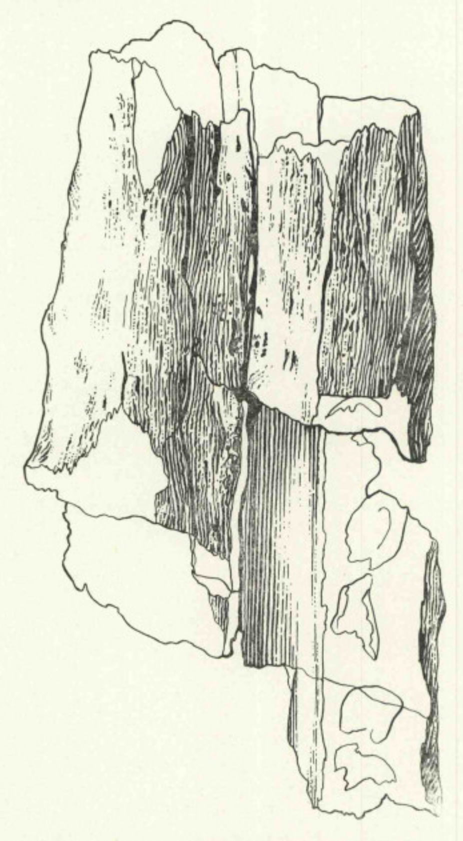


Fig. 1 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Mâchoire supérieure, fragment antérieur, vue dorsale. × ½.

Le palais (fig. 4), d'une épaisseur de 1,8 cm à l'avant, est ici plus fortement bombé que dans le premier fragment. A 13 cm de la cassure antérieure, sur la ligne médiane, se trouve l'extrémité des palatins qui, comme les nasaux sur la face dorsale, s'intercalent entre les maxillaires, s'élargissant vers l'arrière. La suture des palatins

avec les maxillaires est en dents de scie. Entre eux, les palatins sont reliés par une suture médiane.

Les alvéoles, qui à l'avant de la pièce ont encore le même diamètre que ceux du fragment antérieur, deviennent plus petits vers l'arrière et n'ont finalement (du côté

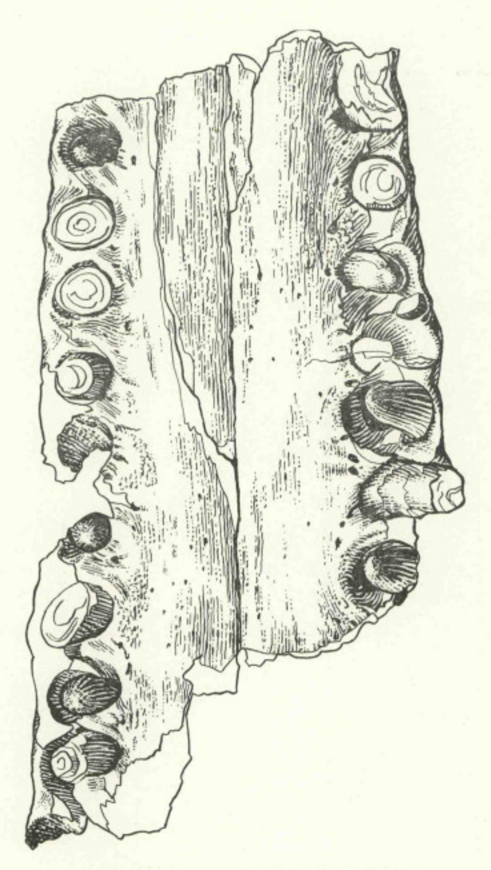


Fig. 2 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Mâchoire supérieure, fragment antérieur, vue ventrale. × ½.

droit) plus qu'un diamètre de l'ordre du cm. Il s'agit là sans doute des dernières dents qui marquent la fin du museau. L'on compte à droite 7 alvéoles plus ou moins bien conservés, à gauche également 7 d'un rang plus antérieur.

Quant au reste, la description du premier fragment vaut également pour le second.

Mesures (en cm):

Fragment antérieur

longueur	31,7
largeur à l'avant	13,7
largeur au milieu	15,5
largeur de la moitié droite à l'arrière	7,8

Fragment postérieur

longueur	29,9
largeur de la moitié gauche à l'avant	7,6
largeur au milieu	17,7
largeur de la moitié droite à l'arrière	9,8

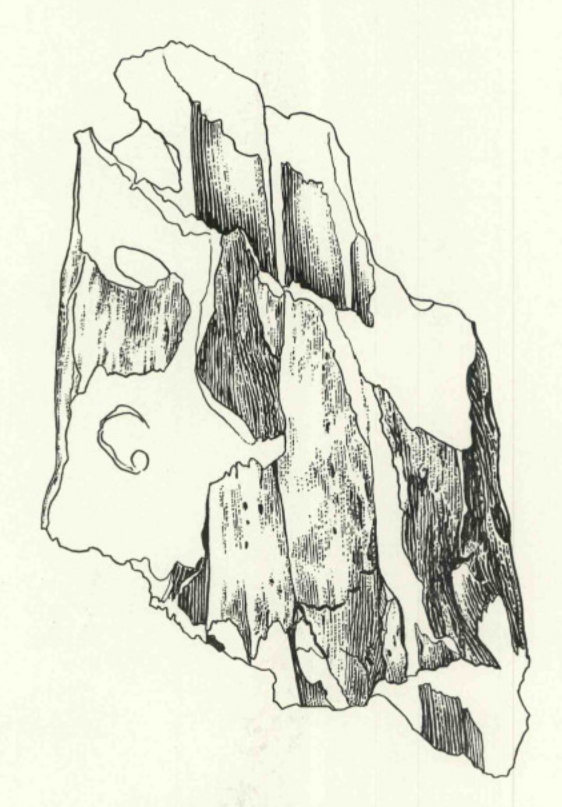


Fig. 3 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Mâchoire supérieure, fragment postérieur, vue dorsale. × ½.

Frontal

Le fragment du frontal (fig. 5), limité à l'avant comme à l'arrière par des cassures, long de 19,1 cm, consiste essentiellement en une étroite barre osseuse entre les deux fosses temporales supérieures, manifestement de très grande taille. Les bords de cette barre, large seulement de 2 cm, s'écartent en courbes serrées à l'avant, indiquant ainsi la limite antérieure des fosses temporales. Les parois de l'os, verticales à l'arrière, deviennent concaves à l'avant, tandis que leur pente s'adoucit vers le bas. La face inférieure du frontal, parallèle au plan dorsal et située à 4 cm sous celui-ci, présente une surface suturale dont les crêtes et sillons divergent vers l'arrière. Le tiers antérieur de la face inférieure du frontal montre dans l'axe de l'os un espace lisse, arrondi en coupe transversale, limité de chaque côté par les restes de cloisons verticales. De part et d'autre de celles-ci, sous la partie élargie du frontal, on observe une surface lisse, évasée vers l'avant et le côté.

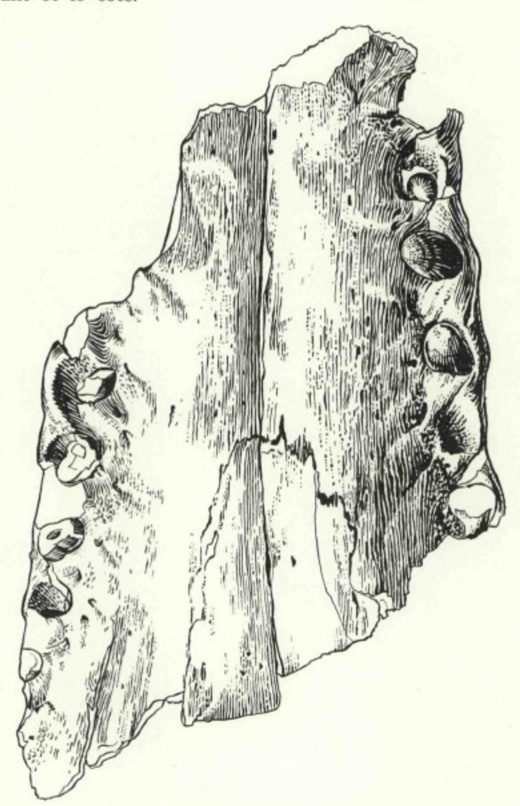


Fig. 4 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Mâchoire supérieure, fragment postérieur, vue ventrale. × ½.

Postorbitaire

Le postorbitaire gauche (fig. 6) présente à l'avant un secteur du bord de l'orbite, à l'arrière le bord antéro-latéral de la fosse temporale supérieure. La barre entre celle-ci et l'orbite, la branche du postorbitaire dirigée vers l'avant, c'est-à-dire vers le jugal, ainsi que l'arc entre les fosses temporales supérieure et inférieure se terminent par des cassures. La plus grande dimension du fragment est de 11,3 cm, son épaisseur d'environ 2 cm. Sa face dorsale est ridée, avec de nombreux trous nourriciers, tandis que la surface inférieure est plus ou moins lisse. On peut observer sur cette face inférieure du postorbitaire l'amorce de l'apophyse, brisée, qui rejoignait l'ectoptérygoïde. Le côté externe de l'os montre dans sa partie postérieure une bande charbonneuse qui représente la fosse temporale inférieure entièrement écrasée.

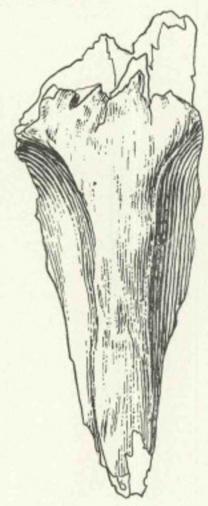


Fig. 5 — ***Machimosaurus hugii*** H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Frontal, vue dorsale. × ½.

Ptérygoïde

Un os de petite taille, dont la plus grande dimension est de 7,5 cm correspond à l'aile du ptérygoïde gauche (fig. 7). Du côté médial le fragment est limité par une cassure qui a séparé l'aile du corps du ptérygoïde. Le bord postérieur, presque coupant, constitue la limite antérieure de la percée temporale. L'aile du ptérygoïde s'épaissit latéralement et se termine par une surface verticale, formant un angle de 120° avec le plan de l'os, Cette surface, arrondie à l'arrière, pointue à l'avant, est rugueuse et représente l'attache d'un muscle. Deux tiers du bord antérieur de l'aile du ptérygoïde sont occupés par la suture de l'ectoptérygoïde (qui n'est pas conservé). A côté de cette suture, plus médialement, on observe une concavité semi-circulaire, à bord tranchant, d'un

rayon de 1 cm dans le plan horizontal. Il s'agit là de l'extrémité postérieure de la fenêtre palatine.

Arrière-crâne

L'arrière-crâne a particulièrement souffert de la pression. Le plus grand fragment présent comprend la partie centrale et le côté droit. On y reconnait en vue dorsale



Fig. 6 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Postorbitaire gauche, vue ventrale. × ½.



Fig. 7 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria Portugal). Aile du ptérygoïde gauche, vue dorsale. × ½.

(fig. 8) l'extrémité postérieure du pariétal, déplacé vers l'avant par rapport au condyle occipital, enfoncé dans les débris des parois et du plancher de la cavité cranienne, fendu le long de la ligne médiane, la moitié droite s'étant déplacée latéralement. Cette partie du pariétal a en gros la forme d'un triangle isocèle dont les côtés égaux sont concaves. A son sommet aboutissait l'étroite barre osseuse séparant les fosses temporales supérieures. Aux deux autres angles le pariétal se continuait de chaque côté vers le squamosal par une arête entre la fosse temporale supérieure et la face arrière du crâne. La base du triangle correspond au rebord postérieur de la table cranienne.

La région médiane de la face arrière du crâne entre le pariétal et le foramen magnum, constituée essentiellement par le supraoccipital et les exoccipitaux, plus ou moins verticale à l'origine, a été écrasée et étalée sur une longueur de 9 cm. Le foramen magnum, dont le bord supérieur est défoncé, a 2,7 cm de large.

La partie de l'arrière-crâne formée par le basioccipital, c'est-à-dire le condyle occipital et ses abords, est très massive et n'a pas subi de déformations. Le condyle, entouré d'une gorge, est presque semi-sphérique, légèrement aplati sous le foramen magnum. Son diamètre horizontal est de 5,9 cm et vertical de 5,7 cm. Sa surface, malheureusement endommagée par un coup de pioche, est finement rugueuse. De chaque côté du condyle un conduit pénètre obliquement dans le crâne, tandis qu'un orifice plus petit s'observe de part et d'autre du foramen magnum. En dessous du condyle deux très puissantes protuberances font saillie. Elles seront décrites plus loin avec la face ventrale.

La moitié droite de l'arrière-crâne a été écrasée au point que les parois de la fosse temporale supérieure et de la face postérieure de crâne qui étaient sans doute fortement inclinées en sens inverses se trouvent maintenant dans un même plan. Le bord de la fosse temporale supérieure a gardé son aspect original à l'angle postéro-latéral, où il est formé par le squamosal: c'est une arête mousse qui sépare un «glacis» faiblement incliné à l'extérieur et une paroi concave à l'intérieur. Entre cette partie du

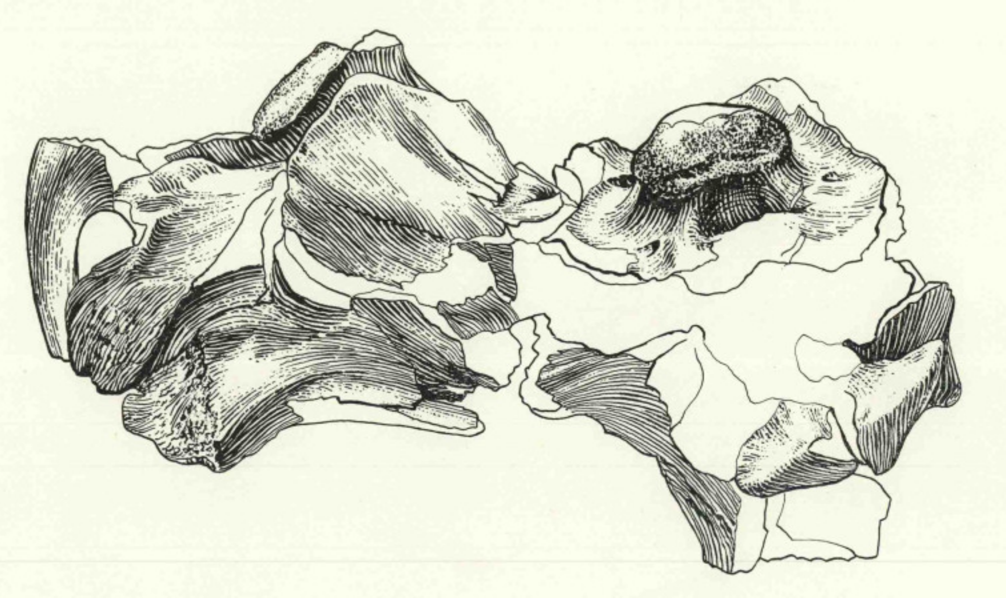


Fig. 8 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Arrière-crâne, vue dorsale. × ½.

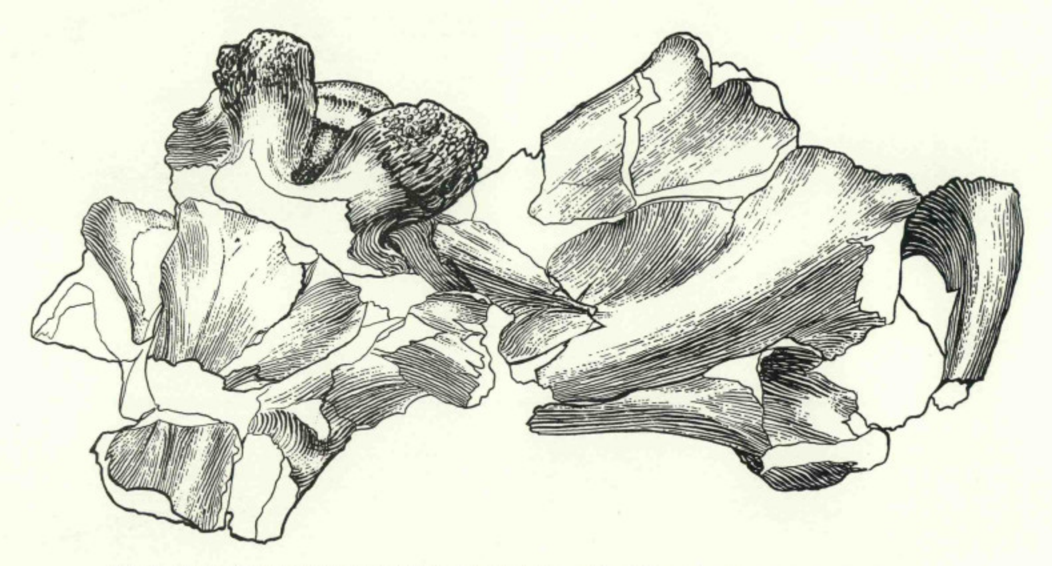


Fig. 9 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal).
Arrière-crâne, vue ventrale. × ½.

squamosal et le fragment du pariétal décrit plus haut, l'arête a été ébrèchée, mais son parcours reste reconnaissable. La limite inférieure de la percée temporale, constituée par le carré, est conservée de l'angle interne à l'angle latéral, bien que brisée en plusieurs endroits. Le long de ce bord le carré se rabat vers le haut où il rejoint le pariétal et le squamosal. La suture entre ces trois éléments n'est toutefois pas visible.

La paroi postérieure de l'arrière-crâne est édifiée en grande partie par l'exoccipital et l'opisthotique. Ce dernier, soudé à l'exoccipital, s'élargit latéralement en forme de spatule et s'applique contre le carré, cachant ainsi presqu'entièrement sa face arrière. Le carré s'épaissit en direction postéro-latérale pour former l'articulation mandibulaire. La surface articulaire, un peu endommagée, décrit vu de haut deux courbes convexes encadrant un renfoncement concave. En avant de la surface articulaire, le carré atteint le quadratojugal dont une partie est conservée. Il s'agit de l'extrémité postérieure de l'arc osseux qui limite la fosse temporale inférieure vers le bas. Cette barre osseuse est arrondie ventralement, présente dorsalement une arête tranchante et une gorge sur la face interne. Le quadratojugal s'élargit à l'arrière pour rejoindre le carré et le squamosal. Le bord supérieur se recourbe en cet endroit vers le haut et son arête se poursuit sur le squamosal par un bourrelet.

Vu du dessous (fig. 9) le fragment de l'arrière-crâne montre au milieu la partie postérieure du pont entre les deux percées temporales. Ce pont est brisé en deux endroits et les segments se sont déplacés. Il est constitué essentiellement par le basisphénoïde fortement allongé et encastré entre deux prolongements des ptérygoïdes qui se terminent de chaque côté en une aile appliquée sur le carré, à l'avant des tubérosités basioccipitales. Le basisphénoïde porte sur la ligne médiane une fine crête qui se bifurque à l'arrière. Entre les deux branches s'ouvre un petit orifice. Plus loin le basioccipital pénètre en coin dans le basisphénoïde, le divisant en deux branches qui forment les contreforts des tubérosités basioccipitales.

Les tubérosités basioccipitales dépassent de 2,2 cm le niveau du bord inférieur du condyle. Seule leur paroi latérale est formée par un autre élément que le basioccipital, à savoir une lamelle de l'exoccipital. La surface terminale des tubérosités a grossièrement les contours d'un triangle equilatéral de 4 cm de côté et est dirigée vers le bas et l'extérieur, formant un angle de 30° avec l'horizontale. Elle porte de fortes rugosités orientées dans le sens de la longueur et représente une puissante attache musculaire. Entre les deux tubérosités se trouve un profond fossé en forme de V ouvert vers l'arrière. Juste devant le condyle occipital ce fossé est traversé par un seuil qui relie les deux tubérosités. A l'avant le fossé aboutit à l'orifice eustachien médian. De part et d'autre des tubérosités s'ouvre une fente étroite et allongée, les orifices eustachiens latéraux.

Tout le reste de la face ventrale de l'arrière-crâne est constituée par le carré qui atteint ici une étendue considérable. Se détachant du ptérygoïde et de l'exoccipital, le carré s'étend en éventail entre la face postérieure de l'arrière-crâne et le bord de la percée temporale et se termine postéro-latéralement par la surface articulaire pour la mandibule, latéralement par la suture pour le quadratojugal et participe à l'avant au bord externe de la fosse temporale supérieure en se collant par le dessous au squamosal. Une partie de cette surface suturale est visible là où le carré a été ébrèché.

Mesures (en cm):

longueur maximum	25,2
longueur le long de la ligne médiane	18,6
largeur maximum	33,2
largeur de la moitié droite	25,9

De la moitié gauche de l'arrière-crâne, il reste un fragment qui est constitué dorsalement par une partie du squamosal et en dessous par un bout du carré. Un autre morceau représente l'extrémité postéro-latérale du carré gauche avec une partie de la surface articulaire pour la mandibule.

En outre, ont été récoltés une bonne douzaine de petits fragments d'os craniens qu'il n'est guère possible d'identifier et de localiser.

Dents

De nombreuses dents ont été cassées par la pression, d'autres ont été repliées sur le palais ou poussées vers dehors. Les racines dentaires ont été écrasées pour la plupart dans leurs alvéoles. Plusieurs alvéoles endommagés ont perdu une grande partie de leur contenu. Quelques couronnes de dents, séparées de leur racine par des fractures, se sont détachées lorsque les restes du museau furent dégagées de la roche. Il n'est plus possible de déterminer l'emplacement de ces couronnes isolées. Certains alvéoles contiennent des dents de remplacement qui n'atteignent pas ou ne dépassent guère le niveau du bord alvéolaire. On ne peut pas vérifier si les dents usées correspondantes sont tombées déjà du vivant de l'animal ou seulement après sa mort.

Les dents sont extrèmement massives. Elles sont constituées par des couches de dentine, concentriques en coupe transversale, dont l'épaisseur maximum se trouve au sommet de la couronne et qui s'amincissent peu à peu vers l'extrémité proximale de la dent. La couronne des dents en fonction est pleine, la cavité pulpaire n'y pénètre pas. La couronne est couverte d'une fine couche d'émail, épaisse d'environ 0,5 mm au sommet et devenant de plus en plus mince vers la racine. C'est l'émail qui fournit exclusivement l'ornementation de la couronne. La surface de contact entre l'émail et la dentine est absolument lisse. La racine porte une couche de cément très mince, d'une épaisseur d'environ 0,1 mm. L'histologie des dents de *Machimosaurus* a déjà été décrite par W. J. SCHMIDT [W. J. SCHMIDT 1947, W. J. SCHMIDT & A. KEIL 1958].

La couronne des dents (fig. 10, 11) a la forme générale d'un pain de sucre mais en plus trapu, avec un sommet mousse. Elle est circulaire en section transversale. La

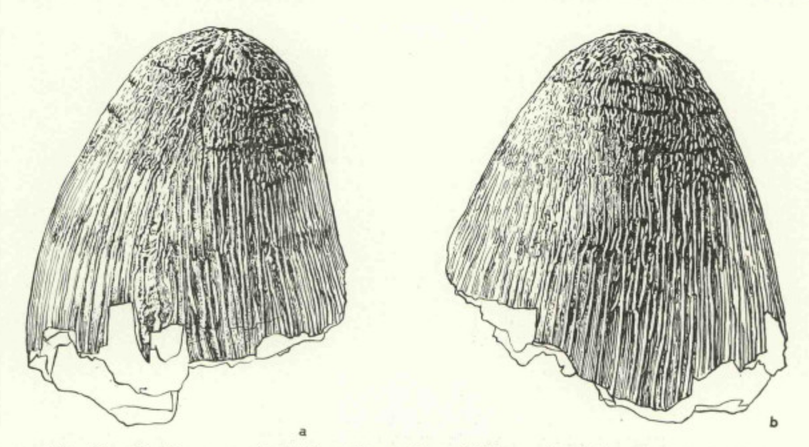


Fig. 10 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Couronne d'une dent: a — vue antéro-médiale; b — vue antéro-latérale. × 3.

couronne présente une ornementation extrèmement caractéristique. La surface lisse de l'émail porte de nombreuses côtes longitudinales séparées par des intervalles variables. Elles sont très irrégulières, tortueuses, souvent interrompues et ont un aspect tressé. Leur nombre est de l'ordre de la centaine sur le pourtour de la dent. Les côtes se

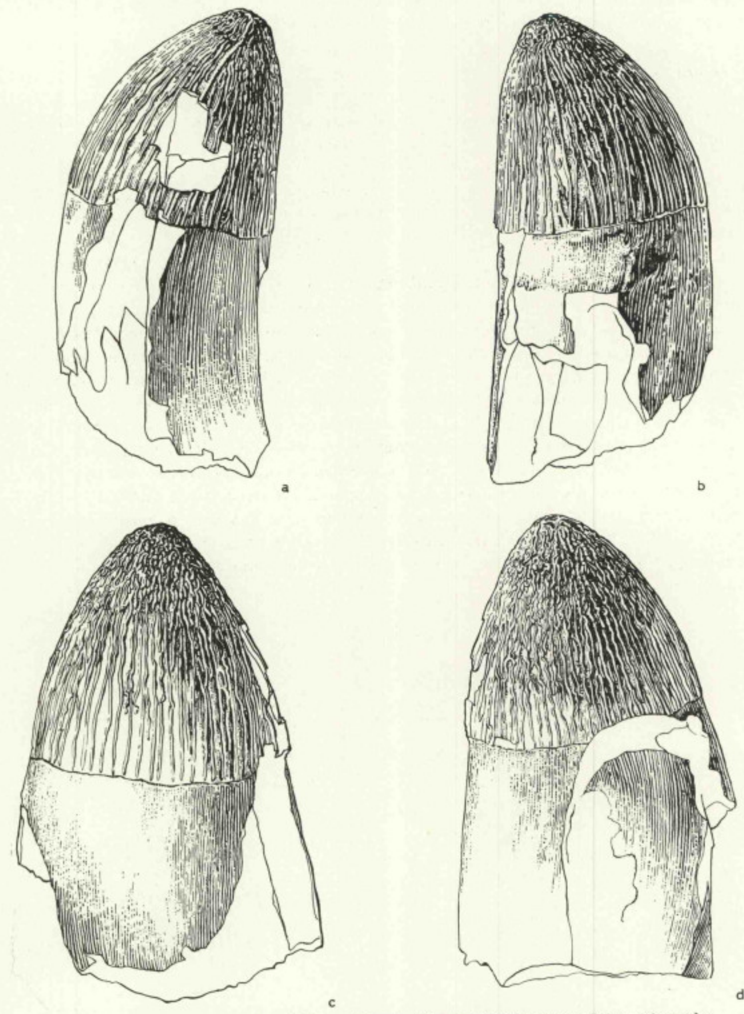


Fig. 11 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Dent de remplacement, couronne et racine légèrement déformées: a — vue antéro-médiale; b — vue postéro-latérale; c — vue antéro-latérale; d — vue postéro-médiale. × 3.

décomposent sur le sommet de la dent en un réseau granuleux. Cette ornementation est fréquemment perturbée par des anomalies de croissance, interruptions de plusieurs côtes au même niveau souvent marqué par une coloration plus sombre, resserrements transversaux ou renfoncements longitudinaux. Deux côtes opposées sont légèrement renforcées et esquissent des carènes. Par rapport à ces carènes, les dents sont implantées obliquement dans la mâchoire. Le plan des carènes forme un angle de 45° avec le plan médian du museau. Autrement dit, une des carènes se trouve du côté antéro-médial, l'autre du côté postéro-latéral. La face antéro-latérale de la couronne est généralement un peu plus bombée que la face postéro-médiale. La couronne d'une dent en fonction mesure environ 2 cm de haut et 2 cm de diamètre à la base.

La racine des dents fait suite à la forme conique de la couronne sans s'épaissir ni se resserrer. Le passage de la couronne à la racine n'est marqué que par la limite très nette du revêtement d'émail de la couronne. La racine, également circulaire en coupe transversale, était pratiquement cylindrique. La surface du cément est finement granuleuse et parfois légèrement cannelée dans le sens longitudinal. Les parties ébrèchées de la voûte dorsale des maxillaires permettent de constater que les racines suivent la courbure de l'os au-dessus du canal nasal et atteignent presque la suture médiane entre les maxillaires (dans le fragment antérieur du museau) ou la suture entre maxillaires et nasaux (dans le fragment postérieur). Plus ou moins verticales au niveau du palais, les racines sont donc presque horizontales à leur extrémité proximale. Outre cette courbure dans le plan transversal, les racines décrivent une courbe vers l'arrière. Vu de dos, leur partie proximale forme un angle de 50° à 60° avec le plan médian. La longueur de la racine peut atteindre 8 cm.

Les dents décrites ci-dessus correspondent jusque dans le détail aux dents de *Machimosaurus* qui se trouvent dans la région de Soleure (Suisse). A titre de comparaison le lectotype de *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER est reproduit sur la figure 12.

Le tableau 1 présente la dentition en détail.

Les dents en fonction présentent pour la plupart des surfaces d'usure. Il s'agit de surfaces de petites dimensions, de l'ordre de quelques mm^2, où l'ornementation de la couronne est abrasée (fig. 12d). Au début seul les arêtes des côtes sont aplanies. L'usure ne touche que l'émail, sauf dans deux cas d'usure plus étendue où la dentine est attaquée. Dans ce cas la plage d'usure est légèrement concave en coupe transversale et présente de fines stries verticales. Les surfaces d'usure se trouvent toujours à quelque distance du sommet, généralement sur le côté antérieur ou postérieur de la couronne. En aucun cas le sommet de la dent ne présente d'usure perceptible. Chez un Crocodilien, il n'y a pas de mastication, les dents ne servent qu'à saisir la proie. Il faut donc admettre que les usures ne proviennent pas de la friction des dents avec les aliments, mais du contact des dents avec leurs partenaires de l'autre mâchoire qui, lorsque le museau est fermé, se placent dans leurs intervalles. Il semble bien que le remplacement des dents se soit fait de façon suffisamment rapide pour que les dents n'aient pas eu le temps de s'user au contact des aliments (1).

L'emplacement et les dimensions de toutes les surfaces d'usure observées sont rassemblées dans le tableau 2.

La séquence des dents est trop courte et surtout trop fragmentaire pour pouvoir dire beaucoup sur le mode de remplacement des dents. Sans doute celui-ci se faisait comme chez la plupart des reptiles par des vagues successives touchant alternativement les dents paires et impaires [A. G. EDMUND 1960]. Seule la suite des dents impaires du côté gauche présente le début et la fin d'une même vague de remplacement. On

(1) Une surface d'usure semblable à celles qui s'observent chez *Machimosaurus* a été décrite par C. W. ANDREWS (1913, p. 11, pl. 2, fig. 2 et 2b) sur une dent de *Pliosaurus*.

constate que le premier et le onzième alvéole contiennent des dents de remplacement au même stade. L'intervalle entre deux vagues de remplacement semble donc être de l'ordre de 5 dents.

Appendice: Dents d'individus juvéniles. On a trouvé à la Guimarota une demi-douzaine de fragments de dents d'une taille de l'ordre de quelques mm qui pourraient

TABLEAU 1

Fragment antérieur du museau	
côté gauche	côté droit
1. dent de remplacement	
2. dent en fonction, cassée	2. dent de remplacement
3. dent en fonction, cassée	3. dent en fonction, cassée
4. dent de remplacement	4. dent en fonction, cassée
5. alvéole vide	5. dent de remplacement, cassée
6. dent en fonction	6. alvéole vide
7. dent en fonction, cassée ([1])	7. dent de remplacement
	8. dent en fonction, cassée
	9. dent de remplacement
	10. dent en fonction, cassée
	11. demi-alvéole vide
Fragment postérieur du museau (le numérotage des dents fait suite à celui du fragment antérieur lorsque les deux pièces sont mises bout à bout)	
côté gauche	côté droit
9. alvéole fragmentaire	
10. alvéole vide	
11. dent de remplacement	
12. dent en fonction	12. alvéole fragmentaire ([3])
13. dent de remplacement (?)	13. dent de remplacement (?), cassée
14. alvéole vide ([2])	14. dent en fonction, cassée
15. dent en fonction, cassée	15. dent en fonction, cassée
	16. alvéole vide
	17. dent cassée

([1]) Une petite dent de remplacement se trouve en position verticale dans la racine de la dent en fonction, à 45 mm de début de la couronne.

([2]) Une petite dent de remplacement se trouve en position verticale dans les restes de la racine.

([3]) La calotte d'émail d'une petite dent de remplacement se trouve en position verticale, à 6 mm du palais, sur la paroi médiale de l'alvéole.

appartenir à de très jeunes ***Machimosaurus.*** Ces petites dents portent une sculpture analogue à celle des dents décrites ci-dessus, elles semblent avoir une section circulaire, mais elles ont des carènes proéminentes, presque tranchantes, comme les dents de ***Machimosaurus,*** même les dents de remplacement non encore fonctionelles, n'en présentent jamais.

Vertèbres

Vertèbres thoraciques

La plus antérieure des deux vertèbres thoraciques se reconnait à ses apophyses transverses plus larges (fig. 13).

Son corps vertébral est resserré au milieu et s'élargit vers les extrémités. En coupe transversale il est oval, comprimé latéralement, tandis que les deux faces terminales sont presque circulaires, un peu aplaties sous le canal neural. Les faces articulaires sont légèrement concaves, la face antérieure plus que la postérieure; la ver-

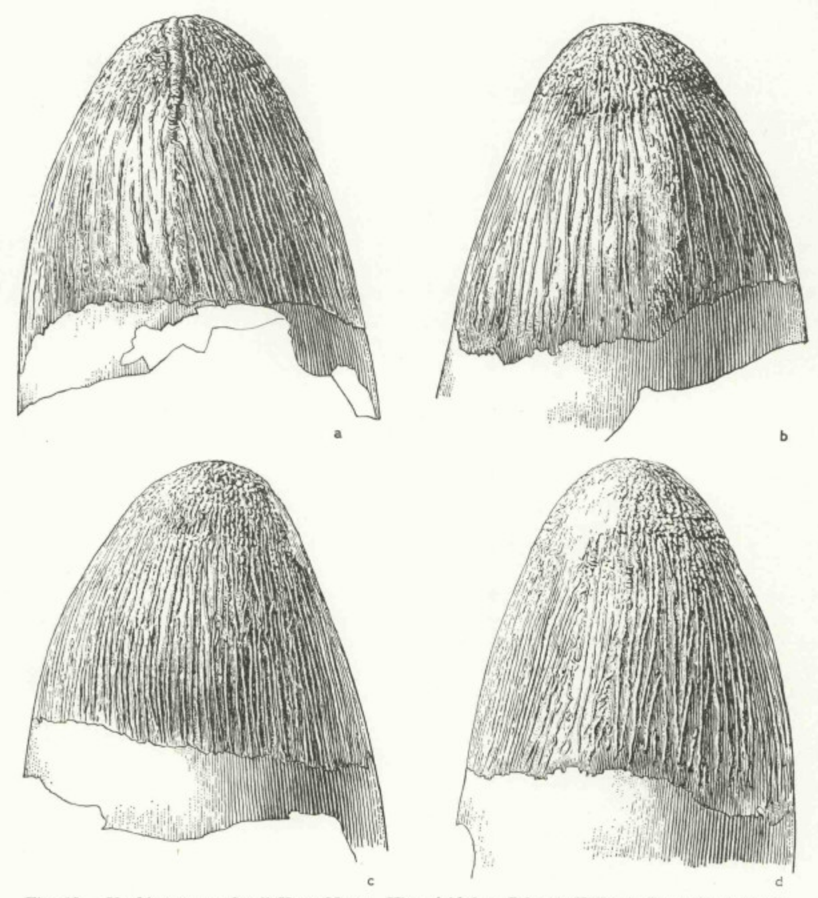


Fig. 12 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, Soleure (Suisse). Dent (lectotype): a — vue antéro-médiale; b — vue antéro-latérale; c — vue postéro-médiale; d — vue postéro-latérale. × 3.

tèbre est donc amphicoele. Les deux faces sont pratiquement parallèles entre elles et faiblement inclinées vers l'avant par rapport à l'axe de la vertèbre. Vues du côté elles sont un peu incurvées. La surface des faces articulaires est finement rugueuse, leurs bords ont un aspect boursouflé. Le corps de la vertèbre est lisse et présente vers les extrémités des rugosités très grossières du côté ventral, plus atténuées vers le haut.

La suture neurocentrale est entièrement soudée et à peine reconnaissable. Le canal neural a été écrasé. Les incisures vertébrales sont en demi-cercle, la postérieure étant deux fois plus profonde que l'antérieure.

Les apophyses transverses se trouvent au niveau du canal neural et sont incomplètes des deux côtés. Celle de gauche a été défléchie vers l'arrière par la pression. Larges de plus de la moitié de la longueur du corps vertébral, planes sur le dessus, elles présentent sur leur face inférieure deux renforcements qui s'appuient sur le corps

TABLEAU 2

	orientation des usures	distance du sommet mm	hauteur mm	largeur mm	remarques
6ᵉ dent du côté gauche	postérieure	5,5	2,5	1,5	
12ᵉ dent du côté gauche	latérale	11	6,5	3,5	atteint la dentine
dent isolée	postéro-médiale	7,5	1,5	1,5	
dent isolée	postérieure (?)	2,5	4	3	
	postérieure (?)	13	conservée sur 5 mm	4	dans le prolongement de l'usure ci-dessus; atteint la dentine; incomplète par suite de la cassure de la dent
dent isolée	postérieure (?)	3	4,5	1,5	
dent isolée	postérieure (?)	2,5	4	3	
dent isolée	antérieure (?)	7	4	1	
dent isolée	antéro-latérale (?)	5 environ (sommet cassé)	2,5	1,5	

vertébral. Ces renforcements correspondent respectivement à la diapophyse et à la parapophyse, qui s'était manifestement réunie à l'apophyse transverse. Ceci montre qu'il s'agit d'une vertèbre thoracique assez postérieure.

La neurapophyse est cassée juste au-dessus du niveau des zygapophyses. Sa longueur atteint deux tiers de la longueur du corps vertébral, son bord postérieur étant situé dans le plan de la face articulaire arrière.

Les zygapophyses sont très fragiles par rapport à la taille de la vertèbre. Elles prolongent les faces latérales de la neurapophyse. Les prézygapophyses s'appuient latéralement sur le bord antérieur des apophyses transverses. Elles sont dirigées vers l'avant et le haut. Leurs surfaces articulaires sont presque verticales, orientées vers l'intérieur, et se font face. Cette orientation a été quelque peu accentuée par la pression. Les surfaces articulaires sont ovales et faiblement concaves. Les postzygapophyses sont dirigées de façon correspondante vers l'extérieur et sont également presque verticales. Entre elles il ne subsiste qu'une fente étroite. Les deux postzygapophyses se rejoignent au-dessus du canal neural dont elles forment le toit sur 1,5 cm.

L'autre vertèbre thoracique avait une position plus postérieure, ce que l'on voit entre autres à la largeur moindre de ses apophyses transverses. Il s'agit sans doute de la vertèbre «lombaire» qui précède la première vertèbre sacrée (fig. 14). Par ailleurs elle correspond à la description de la vertèbre ci-dessus. Toutefois quelques différences doivent être notées. La face articulaire antérieure est plus fortement inclinée vers l'avant que la postérieure qui est presque perpendiculaire à l'axe de la vertèbre, si bien que

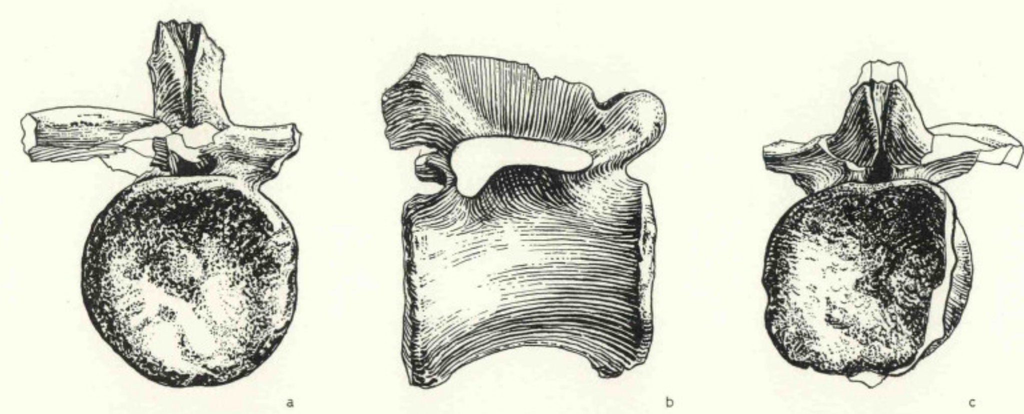


Fig. 13 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal).
Vertèbre thoracique: a — vue postérieure; b — vue du côté droit; c — vue antérieure.
× ½.

vu du côté le corps vertébral parait trapézoïdal. La face articulaire postérieure est fortement concave en vue latérale. Le corps vertébral porte ventralement une arête mousse qui se divise en deux vers l'arrière. Les zygapophyses ont la même position presque verticale que dans la vertèbre précédente [1].



Fig. 14 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Vertèbre «lombaire», vue ventrale. × ½.

Vertèbres sacrées

Le corps de la première vertèbre sacrée présente ventralement une arête médiane très émoussée, en partie endommagée (fig. 15). Les deux faces articulaires sont pratiquement parallèles et perpendiculaires à l'axe de la vertèbre. La face antérieure, légèrement concave, est plus fortement aplatie sous le canal neural que dans les vertèbres

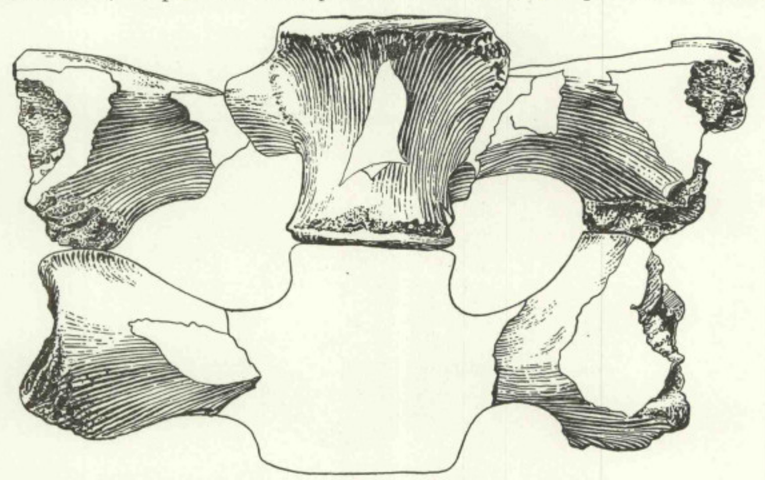


Fig. 15 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Vertèbres sacrées, vue ventrale. × ½.

[1] La prézygapophyse droite présente à l'avant une empreinte transversale qui montre que l'os a été un moment donné ramolli et plastique au point de céder à la pression de quelque autre objet.

thoraciques. Vue du côté, elle est courbée de façon convexe et correspond ainsi à la concavité de la face postérieure de la vertèbre «lombaire». La face articulaire postérieure est plane et nettement plus petite que l'antérieure. L'arc neural manque presque entièrement.

Les deux côtes sacrées sont conservées en grande partie. Celle de gauche a été cassée par la pression à la suture avec l'apophyse transverse et s'est ressoudée de façon incorrecte. La surface de cassure et la côte droite montrent que les côtes sacrées étaient dirigées vers le côté et légèrement vers le bas. Elles s'appuient largement sur l'arc neural et les flancs du corps vertébral. En coupe les côtes sacrées présentent la forme d'un triangle rectangle, dont le côté antérieur, vertical, est faiblement concave et le côté supérieur, horizontal, est plus ou moins plat. L'hypothénuse, orientée vers le bas et l'arrière, est fortement concave. Les côtes sacrées s'élargissent distalement vers l'arrière et le bas. La surface articulaire pour l'ilion est triangulaire, très rugueuse, presque caverneuse et inclinée modérément vers l'arrière. A son angle postérieur se trouve une petite surface articulaire qui s'engrenait avec la partie antérieure de la deuxième côte sacrée.

La deuxième vertèbre sacrée n'est représentée que par un petit fragment (non dessiné sur la figure 15). On peut y observer un secteur de la face articulaire antérieure, plane, une partie de l'arc neural avec le début des prézygapophyses, la base de la neurapophyse et la naissance de la côte sacrée droite, raccordée au corps vertébral vers l'avant par une lamelle osseuse. De la deuxième paire de côtes sacrées, il ne reste que les deux extrémités distales. Autant qu'on puisse en juger ces côtes sont semicirculaires en coupe, arrondies ventralement et pourvues d'une face plane et horizontale en haut. La surface articulaire pour l'ilion était dirigée vers le côté. Elle est caverneuse dans sa partie supérieure et devient plus finement rugueuse vers le bas.

Vertèbres caudales

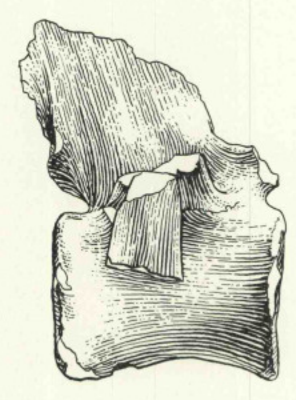
La seule vertèbre caudale entière provient de la région moyenne de la queue (fig. 16). Son corps est comprimé latéralement, caractère qui a été accentué par la pression. Les faces articulaires, aussi concaves que celles des vertèbres thoraciques, sont plus hautes que larges, avec une légère encoche sous le canal neural. La face postérieure présente ventralement deux facettes pour l'hémapophyse, dirigées vers le bas et l'arrière. La face antérieure porte des facettes analogues mais plus petites et moins nettes. Les facettes des deux extrémités sont reliées sur la partie ventrale du corps vertébral par deux arêtes devenant plus tanchantes vers l'arrière, séparées par un sillon.

Le canal neural est bas, deux fois plus large que haut. La suture entre le corps et l'arc neural, entièrement soudée, n'est pas reconnaissable. Les apophyses transverses se détachent au-dessous du niveau du canal neural. Celle de gauche manque, celle de droite a été repliée vers le haut et cassée au bout de 2 cm. Sa partie distale a été collée contre le corps vertébral et montre sa face ventrale. Les apophyses transverses ont une face dorsale légèrement convexe et une face inférieure concave. Les zygapophyses, endommagées, permettent encore de reconnaître qu'elles étaient presque verticales comme dans les vertèbres précédentes. La neurapophyse qui atteint trois quarts de la longueur du corps vertébral, est inclinée vers l'arrière et s'amincit vers les bords. Son extrémité supérieure n'est pas conservée.

En outre, il existe deux fragments, sans doute d'une même vertèbre caudale, provenant de la partie antérieure de la queue. L'un montre les trois quarts de la face articulaire avant, presque circulaire, à peine concave, avec deux petites facettes au bord inférieur pour l'hémapophyse de la vertèbre précédente. Sur le flanc gauche on voit encore la naissance de l'apophyse transverse. La partie ventrale du corps présente, à

part de fortes rugosités, une crête médiane et deux bourrelets arrondis prolongeant les facettes de l'hémapophyse. L'autre morceau consiste en l'extrémité postérieure du corps vertébral. La face articulaire est plus haute que large et porte deux grandes facettes concaves pour l'hémapophyse. On devine sous le corps de la vertèbre les bourrelets correspondants et l'arête médiane.





a b

Fig. 16 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Vertèbre caudale: a — vue postérieure; b — vue du côté droit. × ½.

Les mensurations des vertèbres sont rassemblées dans le tableau 3.

Côtes

Côte cervicale

Un fragment d'os, d'une longueur de 5,7 cm, présente l'aspect très caractéristique des côtes cervicales crocodiliennes. Comme l'on sait, celles-ci possèdent deux apophyses articulaires qui divergent pour rejoindre respectivement la diapophyse et la parapo-



Fig. 17 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, Kimméridgien, mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Plaque osseuse du bouclier. × ½.

TABLEAU 3

Mesures des vertèbres (en cm)

	vertèbre thoracique	vertèbre « lombaire »	première vertèbre sacrée	vertèbre caudale
longueur maximum du corps vertébral	10,4	9,9	8,5	8,7
longueur minimum du corps vertébral (entre les concavités des faces terminales)	8,4	7,9	7,7	7,6
longueur du corps vertébral au plancher du canal neural	9,9	9,6	8,4	8,4
largeur de la face terminale antérieure	(8,2)	7,7	8,3	5,9
hauteur de la face terminale antérieure	8,1	7,6	7,5	6,9
largeur de la face terminale postérieure	8,2	7,9	6,6	5,8
hauteur de la face terminale postérieure	7,8	7,1	(6,8)	6,4
longueur minimum de l'arc neural (entre les incisures vertébrales)	7,1	6,8	6,1	6,5
longueur maximum entre les zygapophyses . . .	11,6	11,0	—	—

( ) complété.

physe de la vertèbre cervicale. A l'endroit où les deux apophyses bifurquent, elles rencontrent le corps de la côte. Celui-ci s'étend de part et d'autre de ce point, parallèlement à la colonne vertébrale et perpendiculairement au plan des deux apophyses. La longueur du corps costal dépassant la longueur d'une vertèbre, les côtes cervicales successives entrent en contact articulaire: l'avant d'une côte glisse avec sa face externe sur la face interne du corps de la côte précédente. Le fonctionnement de cette articulation supplémentaire a été étudiée chez les Crocodiliens actuels par H. Virchow [1914].

Il s'agit ici du reste d'une côte cervicale du côté gauche. On y reconnait la base des deux apophyses articulaires, la plus médiale — celle qui correspond au capitulum — se trouvant un peu plus en avant. Seule la partie du corps costal située antérieurement au point de bifurcation des apophyses est conservée. Elle est comprimée latéralement, arrondie à l'avant et porte sur le côté la surface articulaire pour la côte précédente. Cette surface rugueuse est en forme d'ovale très allongé, dirigée vers l'extérieur et le bas.

Côtes thoraciques

Trois débris de côtes présentent un palier proéminent qui porte une surface articulaire, le tuberculum, flanqué d'un prolongement brisé qui menait au capitulum de la côte. Ces fragments proviennent de la région moyenne du tronc, où la parapophyse a déjà rejoint le bord antérieur de l'apophyse transverse. Deux bouts appartiennent au côté gauche et l'un, le plus grand, long de 10,1 cm, au côté droit.

Un autre fragment d'une longueur de 8,3 cm, correspond à la partie moyenne d'une côte thoracique. Il est courbé dans le sens de sa longueur et offre en coupe transversale la forme d'un L.

Une dernière pièce, longue de 10,8 cm, montre l'extrémité distale d'une côte qui se rétrécit, puis porte un renflement terminal avec une surface articulaire bombée pour le cartilage costal.

Péroné

Un reste d'os long, conservé sur 14,8 cm, représente très probablement la moitié proximale du péroné (fibula) gauche. L'extrémité est élargie et triangulaire en vue terminale, tandis que l'os s'amincit et s'aplatit distalement. Une légère courbure sigmoidale est reconnaissable. La surface articulaire est arrondie en vue latérale, le rayon de la courbe étant plus petit à l'arrière. Collé sur la surface articulaire, on voit une masse spongieuse, peut-être une partie du cartilage articulaire ossifié. Sur le bord postérieur de l'os, à 7,6 cm de l'extrémité proximale, débute une rugosité étroite et longue de 5,7 cm.

Plaques osseuses du bouclier

Une douzaine d'ossifications dermiques, toutes incomplètes, ont été récoltées. Le plus grand de ces fragments, mesurant 10,6 cm de long sur une largeur conservée de 9,5 cm, porte une crête longitudinale qui semble être desaxée vers la gauche de la plaque (fig. 17). Sans doute s'agit-il d'un élément du côté gauche du bouclier dorsal. La crête se prolonge au-delà du bord antérieur de la plaque par une pointe flanquée sur sa gauche de dents plus petites. Cette pointe et ses abords sont lisses et constituent la partie de la plaque qui s'imbriquait sous la partie postérieure de la plaque précédente. Le reste de l'os est couvert de fossettes de taille très variable, allant d'un mm de diamètre jusqu'à 18 mm de long, avec une profondeur pouvant atteindre 5 mm. Ces fossettes sont généralement en forme d'ovale plus ou moins allongé, le plus grand diamètre rayonnant autour de la culmination de la crête, au milieu de la plaque. Le rebord des fossettes est en surplomb et leurs parois concaves. La face inférieure de la plaque est pratiquement lisse. Elle ne montre qu'un réseau de fines stries entrecroisées qui correspondent aux fibres du tissu conjonctif.

RECONSTITUTION

Les restes du crâne, malgré leur état fragmentaire, permettent une reconstitution bien fondée (fig. 18). Les quelques débris craniens de *Machimosaurus* connus jusqu' ici — privés de contexte ils étaient inutilisables — offrent la posibilité de compléter et de vérifier les résultats obtenus à partir des pièces de la Guimarota. Il s'agit là en particulier d'une mâchoire supérieure de Soleure [F. v. HUENE 1925] et d'un segment de mâchoire de Malhão, Algarve [H. E. SAUVAGE 1897/98], dont l'appartenance au genre *Machimosaurus* est prouvée par les dents.

La partie droite de l'arrière-crâne constitue un point de départ favorable. Ce fragment permet de mesurer, entre la ligne médiane du pariétal et le quadratojugal, la moitié de la largeur maximum du crâne qui chez les Crocodiliens jurassiques se situe généralement à ce niveau. Par ailleurs cette même pièce donne la largeur de la fosse temporale supérieure. La longueur de celle-ci peut être déduite grâce au fragment du frontal qui constitue la partie antérieure de l'arête entre les deux fosses et en indique la limite à l'avant. Chez les Crocodiliens où le frontal encadre en partie les fosses temporales supérieures, la suture entre frontal et pariétal est située à l'avant ou tout au plus au milieu de l'arête entre les deux fosses. Comme le fragment ne présente pas la moindre trace d'une telle suture, celle-ci a dû se trouver plus en arrière. Elle a été déssinée directement derrière la cassure, peut-être motivée par cette suture. La longueur de l'arête entre les deux fosses, et donc aussi des fosses elles-mêmes, devait atteindre au moins le double de la longueur conservée.

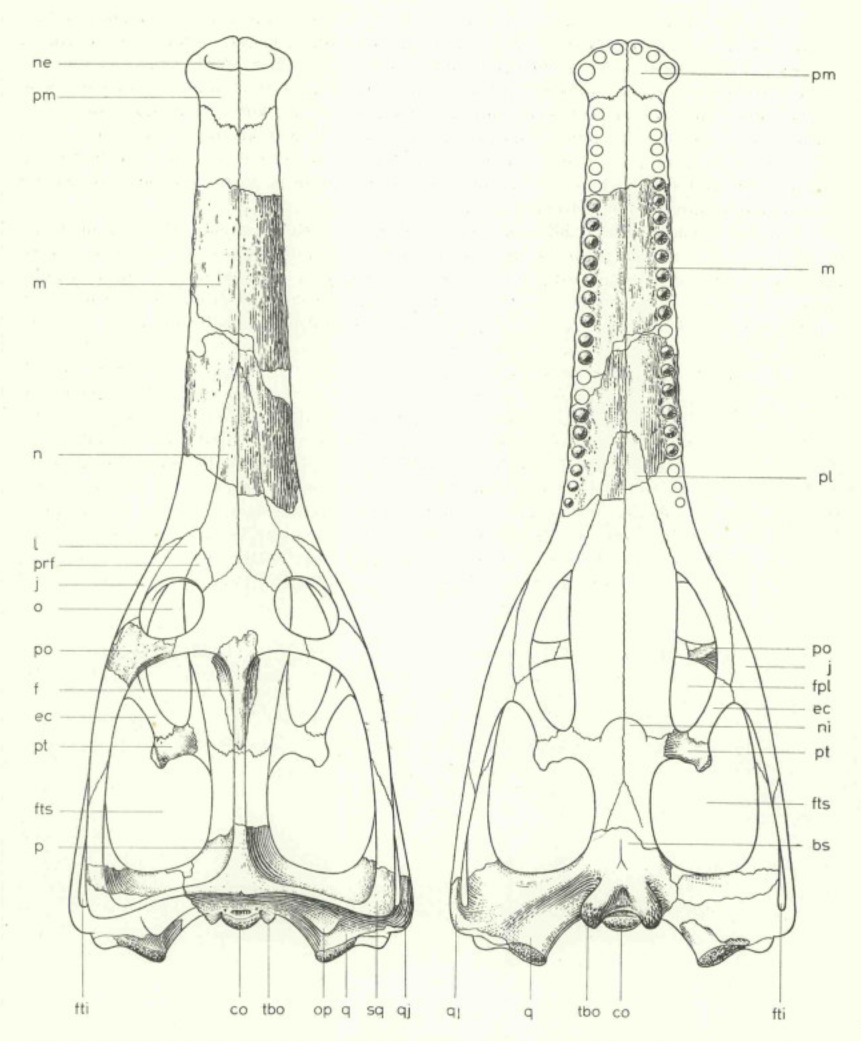


Fig. 18 — *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER. Reconstitution du crâne. Les parties provenant de la mine Guimarota près de Leiria (Portugal) sont ombrées. A gauche vue dorsale, à droite vue ventrale. × ⅛. bs — basisphénoïde; co — condyle occipital; ec — ectoptérygoïde; f — frontal; fpl — fosse palatine; fti — fosse temporale inférieure; fts — fosse temporale supérieure; j — jugal; l — lacrymal; m — maxillaire; n — nasal; ne — narine externe; ni — narine interne; o — orbite; op — opisthotique; p — pariétal; pl — palatin; pm — prémaxillaire; po — postorbitaire; prf — préfrontal; pt — ptérygoïde; q — carré; qj — quadratojugal; sq — squamosal; tbo — tubérosité basioccipitale.

L'allongement des fosses temporales a necessité un renforcement du pont reliant l'arrière-crâne au rostre. Normalement chez un Crocodilien, la face inférieure du frontal limite la boîte cranienne et porte l'empreinte du cerveau. Chez ***Machimosaurus*** au contraire on observe là une surface suturale, sauf à l'avant. Il faut admettre que les latérosphénoïdes, qui constituent les cloisons latérales de la boîte cranienne, se soient rencontrés ici le long du plan médian du crâne, formant une symphyse sous le frontal et consolidant ainsi cette partie du crâne. A l'avant les latérosphénoïdes s'effacent au milieu pour laisser passer le nerf olfactif et de côté pour la formation des cavités des orbites, empreintes visibles sous le frontal.

L'emplacement de l'orbite est confirmé par le reste du postorbitaire gauche qui la limite à l'arrière. Le postorbitaire constitue l'angle antéro-latéral de la fosse temporale supérieure. Sa position est donnée par le parcours du bord latéral et du bord antérieur de la fosse temporale, respectivement indiqué par l'arrière-crâne et le frontal. La courbure du bord extérieur du postorbitaire permet de dessiner la face latérale du crâne qui se rétrécit ici pour former le museau.

Les deux fragments de la mâchoire prouvent que le museau était très allongé, avec des bords presque parallèles, ne divergeant vers l'arrière que de 6°. ***Machimosaurus*** était un Crocodilien longirostre. Vu de dos la reconstitution du museau montre que les nasaux s'engagent en coin entre les maxillaires et s'arrètent à 50 cm du bout de la mâchoire. Plus antérieurement les deux maxillaires se touchent le long de la ligne médiane sur 35 cm, soit près de la moitié de la longueur du museau. La mâchoire supérieure est constituée ici exclusivement par les deux maxillaires. Ce fait important quant à la position systématique de ***Machimosaurus*** est confirmé par le fragment de mâchoire provenant de Malhão (Algarve) représentant justement cette partie. Le museau de ***Machimosaurus*** de Soleure sanctionne également nos observations: les nasaux qui ici sont soudées le long de la ligne médiane se terminent à l'avant en pointe entre les maxillaires. Ceux-ci se joignent en une longue suture médiane. Dans sa description de cette pièce F. v. HUENE [1925] avait désigné par erreur les nasaux soudés comme frontal et admis que les nasaux soient soudés avec les maxillaires de part et d'autre de la suture médiane.

Cette même pièce de Soleure permet de reconstituer l'avant du rostre manquant. Le bout du museau, constitué par les prémaxillaires, est renflé et porte la large narine externe impaire entièrement enclose par les prémaxillaires.

La face inférieure de la mâchoire, c'est-à-dire le palais secondaire, est formée à l'avant par les prémaxillaires (selon la pièce de Soleure), puis par les maxillaires qui ici aussi se rencontrent le long de la ligne médiane sur 52 cm. A l'arrière on voit l'extrémité antérieure des palatins s'engager entre les maxillaires, comme les nasaux sur la face dorsale du museau. La position des narines internes ne peut pas être déterminée à l'aide du matériel de la Guimarota. Par comparaison avec des genres voisins de ***Machimosaurus*** (voir p. 47) les narines internes ont été disposées sur la reconstitution à l'arrière des palatins.

L'aile du ptérygoïde faisait saillie vers le côté et le bas dans la percée temporale. Sa position est donnée par le postorbitaire qui était raccordé par l'ectoptérygoïde à l'aile du ptérygoïde. Les deux extrémités de ce pilier qui reliait le toit cranien au palais sont marquées par une apophyse sous le postorbitaire et par une suture sur le ptérygoïde. Ainsi fixée, l'aile du ptérygoïde permet de tracer la fosse palatine dont l'extrémité postérieure est conservée sur le bord antérieur de l'os.

Le reste du quadratojugal gauche constitue la partie arrière de l'arc zygomatique inférieur. Cette barre osseuse grêle délimitait une fosse temporale inférieure très longue (elle atteignait à l'avant le postorbitaire), basse, presque en forme de fente.

Les dents doivent avoir été au nombre de 25 par demi-mâchoire, soit 100 en tout, l'intervalle des dents et la position des dernières dents à l'arrière du museau étant connu et la longueur du rostre ayant été reconstituée. La dentition était pratiquement isodonte à l'exception des dents du prémaxillaire. En effet plusieurs localités ont livré des dents qui portent exactement la même sculpture, ont le même diamètre et la même pointe mousse que les dents typiques de *Machimosaurus*, mais présentent une couronne très haute, pouvant atteindre 5 cm. Il semble qu'il s'agit là de dents préhensiles portées par le prémaxillaire. D'après le rostre de Soleure il y en avait trois sur chaque prémaxillaire.

La longueur de l'animal entier peut être estimée à plus de 9 m. *Machimosaurus* semble être ainsi le plus grand Crocodilien du Jurassique connu jusqu'ici.

TABLEAU 4

Mesures du crâne reconstitué (en cm)

longueur maximum du crâne (du bout du museau au point le plus postérieur du carré, projeté sur la ligne médiane)	149	
longueur basale du crâne (du bout du museau au condyle occipital)	141	
largeur maximum du crâne	52	soit 35 % de la longueur maximum du crâne
largeur du crâne entre les articulations mandibulaires . . .	44,5	
longueur de la partie préorbitale du crâne (du bout du museau au bord antérieur des orbites, projeté sur la ligne médiane)	86,5	soit 58 % de la longueur maximum du crâne
longueur de la partie du museau portant des dents	74	soit 50 % de la longueur maximum du crâne
longueur maximum des fosses temporales supérieures . . .	35	soit 23 % de la longueur maximum du crâne
largeur maximum des fosses temporales supérieures	20	soit 57 % de la longueur des fosses

POSITION SYSTÉMATIQUE

La nature crocodilienne de *Machimosaurus* est prouvée de prime abord par le crâne diapside et le palais secondaire. *Machimosaurus* est un Crocodilien longirostre, chez lequel les nasaux n'atteignent pas les prémaxillaires tandis que les maxillaires se rejoignent le long de la ligne médiane et constituent la plus grande partie du museau. *Machimosaurus* possède d'énormes fosses temporales supérieures qui dépassent de loin la taille des orbites. Ce sont là des caractères diagnostiques de la famille des Téléosauridés.

Machimosaurus ne peut pas être un Goniopholidé comme on le supposait, car ceux-ci ont un museau court et large, leurs nasaux rencontrent les prémaxillaires et leurs fosses temporales supérieures ne sont pas plus grandes que les orbites.

Machimosaurus n'appartient donc pas aux Goniopholidae, mais fait partie des Teleosauridae.

Parmi les Téléosauridés, *Machimosaurus* offre le plus de ressemblances avec le genre *Steneosaurus*. Autant que l'on puisse en juger d'après le matériel conservé, le squelette postcranial ne présente pas de différences avec celui de *Steneosaurus*. Cependant les dents de *Machimosaurus* avec leur forme trapue et leur sculpture caractéris-

tique possèdent des particularités telles qu'il paraît justifié de considérer *Machimosaurus* comme un genre propre de la famille des Téléosauridés.

Il est toutefois plausible que *Machimosaurus* ait évolué à partir d'un Téléosauridé relativement généralisé, au museau très allongé, aux dents pointues et aux fosses temporales plus petites, probablement un *Steneosaurus* du Jurassique inférieur *(«Mystriosaurus»)*. Dès le Callovien, à Peterborough (Angleterre), il existe à côté de *Steneosaurus* «typiques», comme par exemple *Steneosaurus leedsi* ANDREWS, une espèce dont le museau est moins long et porte des dents obtuses. Cette espèce, *Steneosaurus obtusidens* ANDREWS, semble être une première étape de l'évolution qui mène à *Machimosaurus* par une spécialisation des dents, un raccourcissement relatif du museau et une augmentation de la taille absolue. Le Crocodilien découvert dans l'Oxfordien près de Verdun, signalé par E. BASSE DE MÉNORVAL [1963] et P. L. MAUBEUGE [1963], présente des caractères à tel point intermédiaires qu'il est difficile de décider s'il faut l'appeler encore *Steneosaurus* ou déjà *Machimosaurus*. A côté du rameau conduisant à *Machimosaurus*, la lignée des *Steneosaurus* au museau allongé et aux dents pointues se poursuit au Jurassique supérieur avec par exemple *Steneosaurus jugleri* H. v. MEYER que l'on rencontre dans les mêmes gisements que *Machimosaurus*.

Outre l'espèce type *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER, quatre espèces de *Machimosaurus* ont été décrites par H. E. SAUVAGE en 1874, basées également sur des dents isolées. Les dents de *Machimosaurus bathonicus* et *Machimosaurus rigauxi*, d'âge bathonien, sont trop pointues et pourvues de côtes trop régulières pour appartenir à *Machimosaurus*. Il s'agit sans doute de dents de *Steneosaurus*. Les dents de *Machimosaurus ferox* et *Machimosaurus interruptus* du Kimméridgien ressemblent par contre beaucoup à celles de *Machimosaurus hugii*. Pour ériger ces deux espèces H. E. SAUVAGE a invoqué des différences insignifiantes dans le dessin des côtes des dents. Il a retiré lui-même l'espèce *ferox* en 1882. Quand on considère le dessin extrêmement variable de la sculpture des différentes dents du seul individu de la Guimarota, il n'y a plus de doutes que les espèces *ferox* et *interruptus* soient synonymes avec *Machimosaurus hugii*. La prétendue nouvelle espèce de *Machimosaurus* trouvée par W. DAMES [1888] en Poméranie ne peut être distinguée de *Machimosaurus hugii*, d'après des dents provenant des mêmes localités conservées au Musée d'histoire naturelle de Berlin. Le genre *Machimosaurus* ne comporte donc qu'une seule espèce, *Machimosaurus hugii* H. v. MEYER.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Le tableau 5 réunit les localités qui ont livré des restes de *Machimosaurus*.

La répartition stratigraphique de *Machimosaurus* va donc du sommet de l'Oxfordien à la base du Portlandien, l'apogée se trouvant au Kimméridgien. L'aire de distribution de *Machimosaurus* semble restreinte à l'Europe. Ce n'est peut-être qu'une expression des conditions particulières de l'Europe où le sous-sol a subi une exploitation intensive. En effet la découverte de pratiquement tous les restes de *Machimosaurus* est liée à l'existence de carrières ou de mines.

MODE DE VIE

La locomotion de *Machimosaurus* peut être déduite d'une analyse des vertèbres, comme nous avions déjà procédé pour *Steneosaurus* [B. KREBS 1962].

Comme il a été dit plus haut, les zygapophyses des vertèbres thoraciques et caudales sont presque verticales. Les surfaces articulaires des prézygapophyses se font face tandis que celles des postzygapophyses sont orientées vers dehors. Si l'on compare une telle vertèbre avec une vertèbre thoracique d'un Crocodilien moderne, par exemple *Alli-*

gator mississippiensis, on constate qu'ici les zygapophyses font fortement saillie des deux côtés et leurs surfaces articulaires sont presque horizontales. Celles des prézygapophyses sont dirigées vers le haut, celles des postzygapophyses vers le bas. Une telle orientation des zygapophyses permet surtout des mouvements latéraux de la colonne vertébrale et l'empêche de se courber dans le plan vertical. Cette mobilité latérale est nécessaire à l'Alligator pour se déplacer sur la terre ferme et dans l'eau. Sa locomotion

TABLEAU 5

lieu de provenance	âge (stratigraphie selon ARKELL 1956)	nature des restes de Machimosaurus	lieu de conservation actuel	bibliographie
environs de Soleure	Kimméridgien inférieur	dents, mâchoire supérieure, fragments d'arrière-crâne, vertèbres	Museum der Stadt Solothurn	H. v. MEYER 1837 F. v. HUENE 1925
environs de Hanovre	Oxfordien sup. Kimméridgien Portlandien inf.	dents, vertèbres et côtes (?)	Niedersächsisches Landesmuseum Hannover (en partie)	H. v. MEYER 1837 E. SELENKA 1867 C. STRUCKMANN 1878
Poméranie	Kimméridgien inférieur	dents	Museum für Naturkunde Berlin (en partie)	W. DAMES 1888 H. SCHMIDT 1905
Boulonnais	Kimméridgien sup. Portlandien inf.	dents	portés disparus au Musée Municipal de Boulogne-sur-Mer	H. E. SAUVAGE 1874
Fumel (Lot-et-Garonne)	Kimméridgien supérieur	dents, vertèbres (?)	portés disparus au Musée de la ville d'Agen	H. E. SAUVAGE 1902
Malhao (Algarve)	Kimméridgien inférieur	fragment de mâchoire supérieure	Museu dos Serviços Geológicos de Portugal	H. E. SAUVAGE 1897/98
Cesareda (Estremadura)	limite entre Kimméridgien et Portlandien	dents	Museu dos Serviços Geológicos de Portugal	H. E. SAUVAGE 1897/98
Santa Cruz (Estremadura)	Portlandien inférieur	dents	Museu dos Serviços Geológicos de Portugal	H. E. SAUVAGE 1897/98

terrestre est intermédiaire entre le ramper et la marche [«Kriechschreiten» J. KÄLIN & L. KNÜSEL 1944]. Le corps est soulevé du sol et le tronc accompagne les mouvements des membres en se courbant alternativement d'un côté et de l'autre. Dans l'eau l'Alligator nage à l'aide d'ondulations du tronc et de la queue dans le plan horizontal, tandis que les membres restent collés le long du corps [«Schlängelschwimmen» H. BÖKER 1935].

Chez *Machimosaurus* les zygapophyses presque verticales entravaient les mouvements latéraux de la colonne vertébrale. Les flexions dorso-ventrales étaient favorisées mais limitées dans leur amplitude par les grandes faces articulaires du corps des vertèbres. Autrement dit, le tronc et au moins la partie antérieure de la queue étaient pratiquement raides. Les modes de locomotion de l'Alligator étaient impraticables pour *Machimosaurus*. Sur terre une marche à la manière de l'Alligator qui nécessite des

flexions latérales de la colonne vertébrale est exclue. Seule une locomotion dans l'eau est imaginable, non par des ondulations du corps mais à la façon d'une torpille. Le moteur se trouvait déplacé vers l'arrière. Le bout de la queue était sans doute très mobile et propulsait le corps par de rapides battements ou des mouvements de godille. Les membres jouaient tout au plus un rôle de gouvernail ou de balancier. Par rapport au type des Crocodiliens actuels, il s'agit là d'une spécialisation qui permet une nage bien plus rapide. C'est la même évolution qui mène du vapeur à aubes au vapeur à hélice. Chez *Machimosaurus* s'y ajoute une certaine mobilité dorso-ventrale de la colonne vertébrale qui lui permet de plonger habilement.

Un animal d'aussi grande taille, ayant plus de 9 m de long, nageur rapide et bon plongeur, exige des eaux étendues et profondes. Le seul habitat qui convienne à *Machimosaurus* semble avoir été la haute mer. Il n'est cependant pas dit que *Machimosaurus* ne touchait plus jamais la terre ferme. Peut être qu'il regagnait les côtes, où il ne pouvait se déplacer qu'en rampant maladroitement, pour s'y reposer au soleil et sans doute pour y déposer ses oeufs. Il est possible que le *Machimosaurus* découvert dans les dépôts saumâtres de la Guimarota ait trouvé la mort au cours d'une telle excursion sur la terre ferme. Tous les autres exemplaires de *Machimosaurus* ont été découverts dans des sédiments nettement marins.

Le fait qu'on n'ait trouvé à la Guimarota qu'une demi-douzaine de dents, douteuses, de jeunes individus de *Machimosaurus* sur des miliers de petites dents d'autre Crocodiliens prouve que les jeunes ne vivaient pas dans ce milieu. Peut-être qu'ils regagnaient la mer immédiatement après leur éclosion, comme les petits des tortues de mer. L'absence de telles petites dents dans les autres localités n'est pas significative, les collectionneurs n'y ayant jamais récolté d'objets inférieurs à une certaine taille.

En tant que nageur rapide, *Machimosaurus* devait se nourrir d'animaux marins tout aussi mobiles. Son museau allongé aux nombreuses dents identiques est caractéristique d'un animal qui chasse du poisson. Un tel rostre se trouve chez les Dauphins, les Ichthyosaures et parmi les Crocodiliens, chez les Metriorhynchidés et aujourd'hui les Gavialidés. Un museau allongé semble être en corrélation avec de fortes tubérosités basioccipitales sous l'arrière-crâne. Il s'agit là des attaches des muscles cervicaux inférieurs qui permettent de baisser la tête en entier. Parmi les Crocodiliens actuels de telles tubérosités ne se trouvent que chez le Gavial qui mène une vie aquatique, alors qu'ils manquent aux Crocodilidae. En effet leur mode de vie n'exige pas de tels mouvements du crâne, tandis que dans l'eau il est possible et nécessaire d'incliner la tête pour plonger et happer des poissons nageant à un niveau plus profond. D'autre part l'agrandissement des fosses temporales supérieures indique des muscles temporaux d'une puissance considérable. Le muscle ptérygoïde qui s'insère dans l'étroite fosse temporale inférieure était au contraire plutôt réduit. De telles conditions qui sont opposées à celles des Crocodilidae permettent de refermer très rapidement le museau et dénotent d'après J. Versluys [1936] un mode de vie marin et piscivore.

Cependant, pour saisir des Téléostéens ou des Céphalopodes dibranchiaux, *Machimosaurus* n'aurait pas eu besoin de dents obtuses. Celles-ci suggèrent une alimentation durophage, c'est-à-dire à base d'animaux protégés par un squelette externe très dur. En absence d'usures sur le sommet des dents de *Machimosaurus,* il faut admettre que l'impact instantané des dents sur le bouclier de la proie n'a guère laissé de traces sur les dents, qui furent remplacées avant de présenter d'usures perceptibles. La coquille délicate des ammonites ne semble pas exiger une dentition aussi puissante. Par contre les poissons ganoïdes des mers jurassiques constituaient des proies rapides et carapacées. On peut donc conclure que *Machimosaurus* ait été un Téléosauridé marin qui se nourrissait de poissons ganoïdes.

RÉSUMÉ

Jusqu'à présent la position systématique de ***Machimosaurus*** était incertaine. On ne connaissait que des dents isolées, caractérisées par une couronne obtuse, de section circulaire, ornée de très nombreuses côtes irrégulières. Des ossements avec de telles dents in situ ont été récemment découverts dans les lignites d'âge kimméridgien de la mine Guimarota près de Leiria (Portugal). Ce squelette de ***Machimosaurus*** comprend une partie de la mâchoire supérieure, des fragments du frontal, du postorbitaire gauche, du ptérygoïde gauche et de l'arrière-crâne, deux vertèbres thoraciques, deux sacrées, deux caudales, des côtes, le péroné gauche et quelques plaques du bouclier.

La reconstitution du crâne, long de 150 cm, montre que ***Machimosaurus*** est un Crocodilien dont le museau allongé est constitué en grande partie par les maxillaires qui se touchent le long de la ligne médiane, tandis que les nasaux n'atteignent pas les prémaxillaires. La dentition comporte 25 dents par demi-mâchoire. Les fosses temporales supérieures sont très grandes et dépassent de beaucoup la taille des orbites. Ces caractères prouvent que ***Machimosaurus*** appartient à la famille des Teleosauridae. ***Machimosaurus*** descend probablement de ***Steneosaurus***. La répartition du genre ***Machimosaurus*** avec l'unique espèce ***hugii*** est restreinte à l'Oxfordien supérieur, au Kimméridgien et au Portlandien inférieur de l'Europe.

Une analyse des vertèbres démontre que ***Machimosaurus*** était un nageur rapide et un plongeur habile qui vivait en haute mer. Le museau allongé avec sa dentition uniforme indique une alimentation à base de poisson, les dents obtuses suggèrent des proies carapacées. ***Machimosaurus*** semble donc s'être nourri de poissons ganoïdes.

RESUMO

A posição sistemática do ***Machimosaurus*** era até agora incerta. Eram conhecidos apenas dentes isolados, assinalados por uma coroa embotada, de corte circular, com numerosas estrias irregulares. Recentemente foram descobertos restos de um esqueleto, com semelhantes dentes, no Kimeridgiano da mina de linhite de Guimarota, perto de Leiria, em Portugal. Este achado do ***Machimosaurus*** compreende uma parte do focinho, fragmentos do frontal, do postorbital esquerdo, do pterigóide esquerdo, do occipicio, duas vértebras torácicas, duas vértebras do sacro, duas vértebras caudais, costelas, o perónéo esquerdo e partes da couraça.

A reconstituição do crânio, com um comprimento de 150 cm, mostra que o ***Machimosaurus*** é um crocodilo, cujo focinho alongado é formado, principalmente, pelos maxilares, os quais se encontram no mediano, enquanto os nasais não atingem os prémaxilares. A dentadura ostenta cerca de 25 dentes por cada meia maxila. As fossas supratemporais são muito grandes, elas excedem as órbitas muitas vezes mais. Estes sinais característicos provam que o ***Machimosaurus*** pertence à família dos Teleosauridae. O ***Machimosaurus*** descende talvez dos ***Steneosaurus***. A distribuição do género ***Machimosaurus*** com a única espécie ***hugii***, está limitada ao Oxfordiano superior, ao Kimeridgiano e ao Portlandiano inferior europeus.

Uma análise das vértebras demonstra que o ***Machimosaurus*** era um nadador rápido e um mergulhador ágil, que vivia em mar aberto. O longo focinho, de dentadura uniforme, é apropriado para apanhar peixes, o embotamento dos dentes indica uma alimentação à base de animais couraçados. O ***Machimosaurus*** deve ter caçado peixes ganóideos.

SUMMARY

Up to now the systematic position of *Machimosaurus* was uncertain. Only isolated teeth were known which are characterized by a blunt crown being circular in cross-section and having numerous irregular ridges. Recently remains of a skeleton providing such teeth was found in the Kimmeridgian of the Guimarota lignite-pit near Leiria (Portugal). This *Machimosaurus* find includes a part of the snout, fragments of the frontal, of the left postorbital, of the left pterygoid and of the occiput, also two thoracic vertebrae, two sacral vertebrae, two caudal vertebrae, ribs, the left fibula and some armor plates.

The skull is about 150 cm long. Its reconstruction indicates that *Machimosaurus* is a Crocodilian whose elongate snout is mainly formed by the maxillae which meet medianly, while the nasals do not reach the premaxillae. The dentition consists of about 25 teeth in every half-jaw. The supratemporal fenestrae are very large, they exceed the orbits by far. These features prove that *Machimosaurus* belongs to the family Teleosauridae. *Machimosaurus* may have descended from *Steneosaurus*. The occurrence of the genus *Machimosaurus* with the only species *hugii* is restricted to the upper Oxfordian, to the Kimmeridgian and to the lower Portlandian in Europe.

An analysis of the vertebrae shows that *Machimosaurus* was a fast swimmer and a skilful diver who lived in the open sea. The long snout with the isodont dentition is apt for fishing. The bluntness of the teeth suggests that the prey consists mainly of armored fishes. *Machimosaurus* is likely to have caught ganoid fishes.

ZUSAMENFASSUNG

Die systematische Stellung von *Machimosaurus* war bisher ungewiss. Es lagen nur isolierte Zähne vor, die sich durch eine stumpfe, im Querschnitt kreisrunde Krone mit zahlreichen unregelmässigen Rippen auszeichnen. Kürzlich wurden Skelettreste mit solchen Zähnen in situ im Kimmeridgien der Braunkohlengrube Guimarota bei Leiria (Portugal) entdeckt. Dieser *Machimosaurus*-Fund umfasst einen Teil der Schnauze, Bruchstücke des Frontale, des linken Postorbitale, des linken Pterygoids und des Hinterhaupts, ferner zwei Thoracalwirbel, zwei Sacralwirbel, Schwanzwirbel, Rippen, die linke Fibula und einige Panzerplatten.

Die Rekonstruktion des 150 cm langen Schädels zeigt, dass *Machimosaurus* ein Krokodilier ist, dessen verlängerte Schnauze hauptsächlich durch die Maxillaria gebildet wird, die sich median treffen, während die Nasalia die Praemaxillaria nicht erreichen. Das Gebiss weist etwa 25 Zähne pro Kieferhälfte auf. Die oberen Schläfenöffnungen sind sehr gross, sie übertreffen die Augenöffnungen um ein Vielfaches. Diese Merkmale beweisen, dass *Machimosaurus* zur Familie der Teleosauridae gehört. *Machimosaurus* stammt wohl von *Steneosaurus* ab. Die Verbreitung der Gattung *Machimosaurus* mit der einzigen Art *hugii* ist auf das obere Oxfordien, das Kimmeridgien und das untere Portlandien Europas beschränkt.

Eine Analyse der Wirbel ergibt, dass *Machimosaurus* ein schneller Schwimmer und gewandter Taucher war, der im offenen Meer lebte. Die lange Schnauze mit dem isodonten Gebiss ist für den Fischfang geeignet, die Stumpfheit der Zähne spricht für Durophagie. *Machimosaurus* dürfte Ganoidfische gejagt haben.

BIBLIOGRAPHIE

ANDREWS, C. W. (1913) — A descriptive Catalogue of the Marine Reptiles of the Oxford Clay. Part II. — XXIV + 206 p., frontisp., 13 pl., 73 fig., London (British Museum, Nat. Hist.).

ARKELL, W. J. (1956) — Jurassic Geology of the World. — XV + 806 p., 46 pl., 102 fig., 27 tabl., Edinburgh, London (Olivier and Boyd).

BASSE DE MÉNORVAL, E. (1963) — Présence d'un Crocodilien *Steneosaurus* cf. *obtusidens* Andrews dans le Rauracien supérieur (couches à Trigonia clavellata) des environs de Verdun (Meuse). — *C. R. somm. Séanc. Soc. géol. France*, **1963**, 3, p. 86-87, Paris.

BÖKER, H. (1935) — Einführung in die vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere. Erster Band. — XI + 228 p., 225 fig., Jena (Gustav Fischer).

DAMES, W. (1888) — [Wirbelthier-Reste aus dem oberen Jura von Fritzow bei Cammin]. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **40**, p. 777-779, Berlin.

EDMUND, A. G. (1960) — Tooth Replacement Phenomena in the Lower Vertebrates. — *Contr. Life Sci. Div. Roy. Ontario Mus. Univ. Toronto*, **52**, 190 p., 58 fig., Toronto.

HELMDACH, F. F. (1966) — Stratigraphie und Tektonik der Kohlengrube Guimarota bei Leiria (Mittel-Portugal) und ihrer Umgebung. — 75 p., 16 fig., 1 carte géol., coupes [dactylographié], Berlin (diplôme Freie Univ.).

HUENE, F. v. (1925) — Die Saurierfauna des Portlandkalkes von Solothurn. — *Eclogae geol. Helv.*, **19**, 3, p. 584-603, pl. 25-26, Basel.

KÄLIN, J. & KNÜSEL, L. (1944) — Über die Lokomotion der Crocodiliden. — *Rev. suisse Zool.*, **51**, 18, p. 389-393, Genève.

KREBS, B. (1962) — Ein *Steneosaurus*-Rest aus dem Oberen Jura von Dielsdorf, Kt. Zürich, Schweiz. — *Schweiz. paläontol. Abh.*, **79**, 28 p., 2 pl., 7 fig., Basel.

—— (1967) — Der Jura-Krokodilier *Machimosaurus* H. v. Meyer. — *Paläontol. Z.*, **41**, 1/2, p. 46-59, 4 fig., Stuttgart.

LYDEKKER, R. (1888) — Catalogue of the Fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum (Natural History). Part I. — XXVIII + 309 p., 69 fig., London (British Museum, Nat. Hist.).

MAUBEUGE, P. L. (1963) — Découverte de restes importants de *Machimosaurus hugii* H. von Meyer, dans l'Oxfordien de la Meuse. — *C. R. somm. Séanc. Soc. géol. France*, **1963**, 3, p. 104-105, Paris.

MEYER, H. v. (1837) — [Mittheilungen, an Professor Bronn gerichtet]. — *Neues Jb. Mineral., Geognosie, Geol. u. Petrefaktenkunde*, **1837**, p. 557-562, Stuttgart.

SAUVAGE, H. E. (1874) — Mémoire sur les Dinosauriens et les Crocodiliens des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer. — *Mém. Soc. géol. France*, (2), **10**, 2, 58 p., pl. 5-10, Paris.

—— (1882) — Synopsis des poissons et des reptiles des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer. — *Bull. Soc. géol. France*, (3), **8** (1879-1880), p. 524-547, pl. 19-21, Paris.

—— (1897-1898) — Vertébrés fossiles du Portugal. Contribution à l'étude des poissons et des reptiles du jurassique et du crétacique. — *Direction Trav. géol. Portugal*, 47 p., 10 pl., Lisbonne.

—— (1902) — Recherches sur les vertébrés du Kimméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne). — *Mém. Soc. géol. France, Paléontol.*, **9**, 4, Mém. 25, 32 p., pl. 13-17, Paris.

SAUVAGE, H. E. & LIÉNARD, F. (1879) — Mémoire sur le genre *Machimosaurus*. — *Mém. Soc. géol. France*, (3), **1**, 4, 31 p., pl. 20-23, Paris.

SCHMIDT, M. (1905) — Über Oberen Jura in Pommern. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie. — *Abh. königl. preuss. geol. Landesanstalt und Bergakademie, n. F.* **41**, 222 p., 10 pl., 1 carte, 6 fig., Berlin.

SCHMIDT, W. J. (1947) — Über den Zahnschmelz fossiler Crocodilier. — *Z. Zellforsch. mikroskop. Anat.*, **34**, 1, p. 55-77, 8 fig., Wien.

SCHMIDT, W. J. & KEIL, A. (1958) — Die gesunden und die erkrankten Zahngewebe des Menschen und der Wirbeltiere im Polarisationsmikroskop. — 386 p., 2 pl., 347 fig., München (C. Hanser).

SELENKA, E. (1867) — Die fossilen Krokodilinen des Kimmeridge von Hannover. — *Palaeontographica*, **16** (1866-1869), p. 137-144, pl. 9-11, Cassel.

STRUCKMANN, C. (1878) — Der Obere Jura der Umgegend von Hannover. Eine paläontologisch-geognostisch-statistische Darstellung. — VIII + 169 p., 8 pl., Hannover (Hahn'sche Buchandlung).

TEIXEIRA, C. (1943) — Um dente de *Machimosaurus*. — *Bol. Soc. geol. Portugal*, **3**, p. 109, 1 fig., Lisboa.

VERSLUYS, J. (1936) — Kranium und Visceralskelett der Sauropsiden. 1. Reptilien. — in BOLK, L., GÖPPERT, E., KALLIUS, E. & LUBOSCH, W.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Band 4. — p. 699-808, fig. 523-621, Berlin, Wien (Urban & Schwarzenberg).

VIRCHOW, H. (1914) — Über die Alligatorwirbelsäule — *Arch. Anat. Physiol., Anat. Abt.*, **1914**, p. 103-142, 18 fig., Leipzig.

ZITTEL, K. A. (1887-1890) — Handbuch der Palaeontologie, 1. Abt., 3. Band. — XII + 900 p., 719 fig., München, Leipzig (R. Oldenbourg).

TABLE DES MATIÈRES